This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

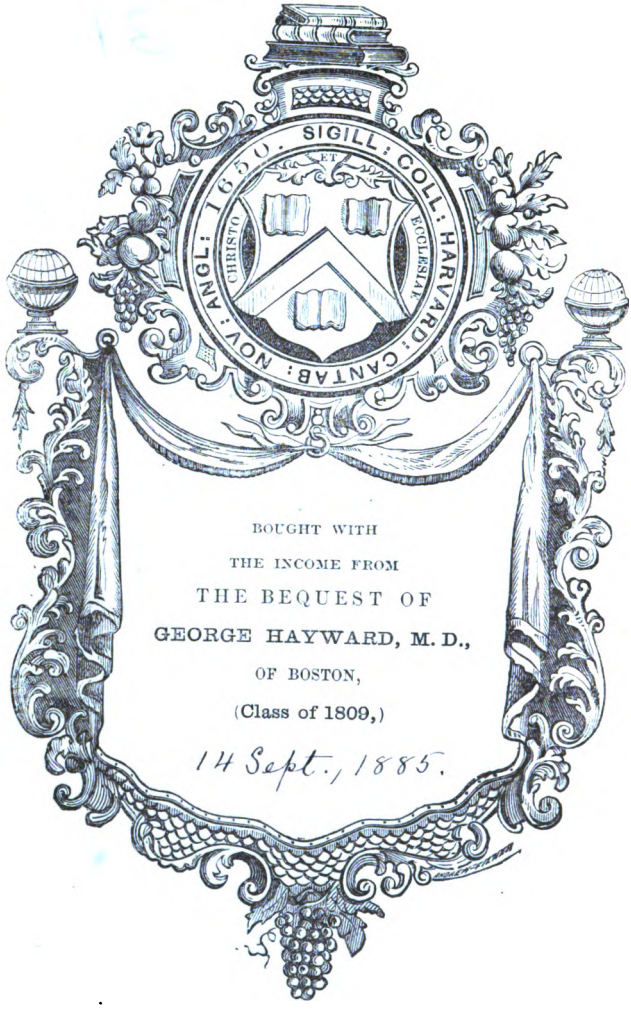
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Chem 558.46.3

Bd. Nov., 1885.



SCIENCE CENTER LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Bird
V, 2235

Die

Agricultur-Chemie

in

populären Vorlesungen

von

Georg Paul

Alexander Petzholdt.

Mit eingedruckten Holzschnitten.

Zweite verbesserte Auflage.

Leipzig

Verlag von Carl B. Lorck.

1846.

Digitized by Google

Digitized by Google

A. Petzholdt's

Agrikulturchemie.

Digitized by Google

199161

Digitized by Google

Die

Agrikulturchemie

in

populären Vorlesungen

von

Georg Paul) Alexander Petzholdt.

Mit eingedruckten Holzschnitten.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Leipzig
Verlag von Carl B. Lorck.
1846.

Digitized by Google

~~7,2235~~
Chem 558.463

SEP 14 1835

Haynard fund.

Digitized by Google

Sr. Hochwohlgeboren

Herrn

Freiherrn von Liebig.

Wenn ich mir erlaube, Ihnen, mein beſter Herr, meine Schrift über Agrikulturchemie zu widmen, ſo bringe ich nur den Dank, den Ihnen dieſe Wiſſenſchaft in Folge Ihrer außerordentlichen Bemühungen um ſie ſchuldig iſt.

Digitized by Google

Ob freilich die Schrift selbst Ihren Beifall haben werde, weiß ich nicht, nur Dessen bin ich gewiß, daß Sie meinen guten Willen und Eifers für eine Sache, die ich in ihrer ganzen Wichtigkeit nur erst durch Ihre Schrift „die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie" kennen lernte, nicht übersehen werden. Das Durchlesen meines Buches wird Ihnen zeigen, daß ich Ihre Grundsätze auch zu den Meinigen gemacht habe, und gern bekenne ich hiermit öffentlich, daß alles Gute, was im Buche gefunden werden kann, Ihr unbestrittenes Eigenthum ist. Mir gehört am Ende nichts als die Form der Darstellung,

Digitized by Google

und dieſe iſt es, die ich ihrer nachſichtigen Beurtheilung zunächſt empfohlen wiſſen möchte. Die, die von mir gewählte Form, ſchien mir unerläßlich, wenn Ihre Ideen und Forſchungen im Gebiete der Agrikulturchemie in dem weiteren Kreiſe der Landwirthe als Laien heimiſch werden ſollten, da die von Ihnen gewählte noch immer eine gewiſſe Summe wiſſenſchaftlicher Kenntniſſe vorausſetzt, die doch bei der Mehrzahl der Herren Landwirthe, ihrem eigenen Geſtändniſſe zufolge, entweder gar nicht, oder doch nur ſehr mangelhaft vorhanden ſind. Betrachten Sie mich daher als das geiſtige Inſtrument, das ſich Ihnen,

Digitized by Google

mit der festen Ueberzeugung der Richtigkeit der von Ihnen aufgestellten Hauptgrundsätze, zu deren möglichster Verbreitung freiwillig anbietet, und lassen mich hoffen, daß Sie mich als kein untaugliches ansehen wollen.

Ihr

Alexander Petzholdt.

Digitized by Google

Vorwort zur ersten Auflage.

Die vorliegende Schrift, zu deren Herausgabe der Verfasser zunächst durch den Wunsch seiner Zuhörer, Etwas zu haben, woran man sich halten könne, bestimmt ward, beabsichtigt die Erreichung eines doppelten Zweckes. Theils versucht sie, einem jeden Gebildeten einen möglichst klaren Begriff von dem neuesten Zustande der Agrikulturchemie zu verschaffen, theils aber will sie bei den der Chemie unkundigen Oekonomen das leichtere Verständniß der strenger wissenschaftlich gehaltenen Schriften Liebig's und seiner Gegner vorbereiten. Die Wahl der Form in Vorlesungen, abgesehen, daß sie sich dem Verfasser durch die Möglichkeit, eine lebendigere und eindringlichere Sprache führen zu können, empfahl, ward zunächst durch den Umstand veranlaßt, daß sie sich derjenigen Form am Besten anschloß, die bei einer Reihe von ungefähr 20 wirklich gehaltenen Vorlesungen über Agrikulturchemie für die am Meisten zweckmäßige erachtet wurde. Diese Form bedingte freilich einen kleinen Anhang, indem, um während der Darstellung nicht allzu

Digitized by Google

breit zu werden, es nöthig war, von mancherlei gebrauchten chemischen Apparaten abgesondert zu sprechen, und das zur näheren Erklärung angestellter Experimente Dienende in diesen Anhang zu verweisen. Allein derselbe enthält zugleich die Erklärung chemischer, nicht zu vermeidender Kunstausdrücke, und bietet den Vortheil, daß man zu jeder Zeit und bei jeder betreffenden Stelle des Buches, wo vielleicht in Folge eines solchen Kunstausdruckes irgendwie eine Dunkelheit entsteht, in diesem Register nachschlagen, und sich Rath erholen kann, was dem mit nicht zu starkem Gedächtnisse begabten Leser eine wesentliche Erleichterung sein dürfte.

Dresden, im Juni 1844.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Vorwort zur zweiten Auflage.

Bei Vergleichung der zweiten Auflage meines Buches mit der ersten, wird man finden, daß zwar der erste Abschnitt, welcher über die materiellen Bedingungen des Pflanzenlebens handelt, bis auf wenige nur die Form betreffende Aenderungen derselbe geblieben ist wie früher; allein der zweite Abschnitt, welcher die Bestandtheile der Pflanze zum Gegenstande seiner Untersuchung macht, hat namentlich in dem Kapitel: „die Aschenbestandtheile" wesentliche Verbesserungen und Erweiterungen erfahren, während der dritte, mit der „Kultur der Pflanzen" sich befassende Abschnitt völlig umgearbeitet und mit einem Anhange versehen wurde, worin ich meine Ansichten über die Krankheiten der Kulturpflanzen entwickelte.

Einige kleine Verbesserungen habe ich dem höchst sachverständigen Uebersetzer der ersten Auflage meiner Schrift, welche im Jahre 1844 zu London erschien (unter dem Titel: Lectures to farmers on Agricultural Chemistry by Alexander Petzholdt. London, Taylor and Walton) zu verdanken.

Digitized by Google

Uebrigens behielt ich die Form in Vorlesungen, trotz manchen nicht unbegründeten Tadels, auch für diese zweite Auflage bei, und zwar aus den bereits im früheren Vorworte angegebenen Gründen, obschon ich darnach gestrebt habe, mich von allem unnöthigen Ballaste der Rhetorik möglichst frei zu halten, in welcher Beziehung meine früheren Tadler mir jetzt hoffentlich Gerechtigkeit widerfahren lassen wollen.

Meine Losung ist: Vorwärts! — Sie war es bereits früher; sie ist es auch jetzt noch; sie wird es für alle Zeit bleiben.

Dresden, im Juni 1846.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniß.

Einleitung.

Seite.

Erste Vorlesung. Einleitung u. Uebersicht des zu Gebenden. 3

Erster Abschnitt.

(Materielle Bedingungen des Pflanzenlebens.)

Zweite Vorlesung. Die atmosphärische Luft. . . . 7

Deren wesentliche Bestandtheile. — Sauerstoff und Stickstoff. — Kohlensäure. — Wasser. — Ammoniak.

Dritte Vorlesung. Die atmosphärische Luft. (Fortsetz.) 29

Untersuchung der Abkunft der Bestandtheile der atmosphärischen Luft. — Die unwesentlichen Bestandtheile derselben. — Die Diffusion gasförmiger Körper.

Vierte Vorlesung. Das Wasser. 45

Das chemisch reine Wasser und seine Bestandtheile. — Das Wasser als Auflösungsmittel für viele Körper. — Regen- und Schneewasser. — Das Quell- und Flußwasser. — Das Seewasser. — Das Brunnenwasser.

Fünfte Vorlesung. Der Boden. 58

Die Bestandtheile des Bodens. — Entstehung des Bodens. — Der Prozeß der Verwitterung. — Frost. — Wirkung

Digitized by Google

Seite.

der Kohlensäure. — Wirkung des Sauerstoffes. — Phosphorsauere Salze. —

Sechste Vorlesung. Der Boden. (Fortsetzung.) . . 85

Kurze Wiederholung des Vorhergehenden. — Der Humus als Bestandtheil des Bodens. — Die Entstehung des Humus. — Der Prozeß der Verwesung und Fäulniß.

Zweiter Abschnitt.

(Die Bestandtheile der Pflanzen.)

Siebente Vorlesung. Die Bestandtheile der Pflanzen. . 111

Rückblick auf das in den vorstehenden Vorlesungen Gegebene. — Allgemeines über die Bestandtheile der Pflanzen. — Eintheilung der entfernten Bestandtheile in zwei Klassen. — Elementar-Analyse.

Achte Vorlesung. Der Kohlenstoff der Pflanzen. . . 130

Wo kommt der Kohlenstoff der Pflanze her. — Untersuchung, ob er vom Humus des Bodens abstamme. — Untersuchung, ob er von der Kohlensäure abstamme.

Neunte Vorlesung. Der Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff der Pflanzen 149

Der Ursprung des Sauerstoffes der Pflanzen. — Die Abstammung des Wasserstoffes der Pflanzen. — Wo kommt der Stickstoff der Pflanze her? — Untersuchung, ob der Stickstoff der atmosphärischen Luft von der Pflanze verwendet wird. — Ob die Salpetersäure. — Ob das Ammoniak.

Zehnte Vorlesung. Die Aschenbestandtheile der Pflanzen. 159

Elfte Vorlesung. Die Aschenbestandtheile der Pflanzen. (Fortsetzung.) 173

Digitized by Google

Seite.

Dritter Abschnitt.

(Die Kultur.)

Zwölfte Vorlesung. Die Kultur der Pflanzen im Allgemeinen. 195

Dreizehnte Vorlesung. Die Brache. 203

Vierzehnte Vorlesung. Der Fruchtwechsel. 215

Fünfzehnte Vorlesung. Die Düngung. 234

Allgemeines über die Düngung. — Grundsätze der Düngung überhaupt. — Begriff eines guten und eines schlechten Düngungsmittels. — Wichtigkeit der „Form" eines Düngungsmittels. — Eintheilung der Düngungsmittel.

Sechszehnte Vorlesung. Die atmosphärische Düngung. 260

Siebenzehnte Vorlesung. Die vegetabilische Düngung. 282

Die grüne Düngung. — Die Humusdüngung. — Die Aschendüngung.

Achtzehnte Vorlesung. Die animalische Düngung. . . 296

Allgemeines über den Aschengehalt der thierischen Substanzen. — Mistdüngung. — Poudrette. — Knochendüngung. — Düngung mit verschiedenen anderen thierischen Substanzen. — Düngung mit Harn. — Düngung mit Guano.

Anhang. (Düngung mit salpetersaueren Salzen und mit Ammoniaksalzen.)

Neunzehnte Vorlesung. Die mineralische Düngung. . 332

Der Kalk. — Die Schwefelsäure. — Der Gyps. — Das Düngesalz. — Der Mergel. — Gebrannter Thon. — Die Bewässerung oder Berieselung.

Zwanzigste Vorlesung. Liebig's Patent-Dünger. . . 356

Digitized by Google

Seite.

Einundzwanzigste Vorlesung. Liebig's Patent-Dünger (Fortsetzung.) 391

Zweiundzwanzigste Vorlesung. Krankheiten der Kulturpflanzen. 412

Schluß.

Dreiundzwanzigste Vorlesung. Schlußvorlesung. . 441

Register 447

Digitized by Google

Populäre Vorlesungen

über

Agrikulturchemie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Erste Vorlesung.

Einleitung und Uebersicht des zu Gebenden.

Meine Herren!

Wenn ich mir die Erlaubniß ausbat, Ihnen in einer Reihe geordneter Vorträge einen kurzen Ueberblick der Agrikulturchemie vorlegen zu dürfen, so beseelte mich dabei zunächst der Wunsch, Ihnen das gründlichere Studium dieser Wissenschaft, insbesondere nach Liebig's klassischem Werke, möglichst zu erleichtern, ja dieses Studium durch meine Vorträge bei Ihnen gewissermaßen erst vorzubereiten. Ja es ist dieser Wunsch durch Sie selbst und durch Ihre Klagen, daß es Ihnen bei mangelnden chemischen Vorkenntnissen schwer werde, den so lebhaft geführten Verhandlungen über die Lebensfragen dieser Wissenschaft zu folgen, in mir erst hervorgerufen worden! — Um nun diesem Zwecke möglichst nachzukommen, werden Sie mir schon gestatten müssen, daß ich im Anfange vielleicht Mancherlei vorbringe, was Einigen von Ihnen überflüssig und Anderen wohl gar unnütz erscheint; nichts desto weniger aber gebe ich mich der Hoffnung hin, daß es mir im Verlaufe unserer Unterhaltungen gelingen werde, Sie von dem Irrthümlichen einer solchen Ansicht zu überzeugen, wenn anders Ihre Geduld meinen billigen Erwartungen entspricht. Namentlich in letzter Beziehung glaube ich der Sache, Ihnen und mir schuldig zu sein, Ihnen gleich heute eine gedrängte Skizze Dessen zu geben was Sie hier zu erwarten haben, indem Sie auf diese Weise

Digitized by Google

gleich von vorn herein eine Einsicht in den organischen Zusammenhang der einzelnen Ihnen vorzuführenden Gegenstände gewinnen, und mir um so eher Ihre ungetheilte Aufmerksamkeit auch bei scheinbar nicht hierher gehörigen Dingen zu Theil werden lassen.

Das Leben der Pflanze ist aber, wie Das der Thiere, an gewisse Bedingungen geknüpft, und wir müssen, da es sich hier nur um die Betrachtung des chemischen Theiles derselben handelt, unter diesen Bedingungen als *wesentliche* die Luft und das Wasser, als *unwesentliche* dagegen den Boden bezeichnen. Daß Luft und Wasser wesentliche Bedingungen des Pflanzenlebens sind, wird mir sicher Keiner von Ihnen bestreiten wollen, wohl aber mag es Ihre Verwunderung erregen, daß ich den Boden davon ausnehme, indem ich denselben unwesentlich nannte. Inzwischen bitte ich Sie, zu bedenken, daß eine große Anzahl Zwiebelgewächse, die Mehrzahl der Wasserpflanzen und insbesondere fast alle Seepflanzen des Bodens entbehren, daß sie an Luft und Wasser sammt den Bestandtheilen beider genug haben, und daß doch auch sie lebende Pflanzen sind, welche mit jenen Pflanzen, die des Bodens bedürfen, dieselben Nahrungsmittel gemein haben, wie Sie dies der chemischen Erfahrung immerhin vorläufig aufs Wort glauben mögen. Bei solcher Sachlage wird es Ihnen ersichtlich sein, daß zum Leben der Pflanzen, im Allgemeinen und von einem weiteren Gesichtspunkte aus betrachtet, der Boden nicht nothwendig ist, trotzdem daß das Gedeihen gewisser und ins Besondere aller derjenigen Pflanzen, deren Kultur Ihnen zunächst am Herzen liegt, von dem Vorhandensein eines solchen abhängt. Ich habe, selbst auf die Gefahr hin, von Ihnen mißverstanden zu werden, diese Ansicht mit gutem Vorbedachte allem Weiteren an die Spitze gestellt, damit ich Ihre Aufmerksamkeit gleich anfangs auf die Wichtigkeit der Luft und des Wassers bei der Ernährung der Pflanzen in einem um so stärkeren Grade hinzulenken vermöchte.

Es sind also Luft und Wasser unbedingte, der Boden dagegen

Digitized by Google

nur bedingte Erforderniſſe des Pflanzenlebens, mit deren ſpezieller Unterſuchung ihrer chemiſchen Eigenſchaften wir es im erſten Abſchnitte unſerer Unterhaltungen zu thun haben.

In Beziehung auf die atmoſphäriſche Luft müſſen Sie vor allen Dingen deren Beſtandtheile kennen lernen, als da ſind: Sauerſtoff, Stickſtoff, Kohlenſäure, Waſſer, Ammoniak, wobei ich hoffe, daß die Beantwortung der Frage, welches der Urſprung dieſer verſchiedenen Beſtandtheile ſei, nicht ohne Intereſſe ſein werde. Die Kenntnißnahme der Eigenſchaft luftförmiger Körper, ſich trotz ihrer ſehr verſchiedenen Schwere dennoch vollkommen mit einander zu mengen, die ſogenannte Diffuſion der Gaſe, iſt hier nicht zu übergehen. In derſelben Weiſe werden wir auch mit dem Waſſer verfahren, wobei wir beſondere Rückſicht auf die zufälligen Beſtandtheile deſſelben nehmen müſſen, die es als Regen und Schnee, als Quell- und Flußwaſſer, ſowie als Seewaſſer beſitzt, um ſo mehr, als wir ſpäter in dieſen Beſtandtheilen Körper kennen lernen, die für ganze große Pflanzenfamilien weſentliche Nahrungsmittel ſind. Die genauere Betrachtung der Beſchaffenheit des Bodens endlich, die wir mit der ſogenannten Verwitterung zu eröffnen gedenken, wird dieſen erſten Abſchnitt beſchließen, und hier wird es zugleich an der Zeit ſein, die Entſtehung des einen Beſtandtheiles der ſogenannten Ackererde, des Humus, zu begutachten und über deſſen Eigenſchaften ins Klare zu kommen.

Ein zweiter Hauptabſchnitt ſoll von den chemiſchen Beſtandtheilen der Pflanzen, die in nähere und in entferntere getrennt werden, handeln, und es wird mein Bemühen ſein, die Frage, woher die Pflanze die einen, ſowie die anderen entlehnt, zu Ihrer möglichſten Befriedigung zu löſen. Wenn Sie den erſten Abſchnitt den theoretiſchen nennen wollen, ſo können Sie den zweiten füglich als den polemiſchen Theil unſerer Unterhaltungen bezeichnen, da in ihm die Mehrzahl der irrigen Anſichten über Pflanzenernährung zu bekämpfen iſt.

Digitized by Google

In dem dritten und letzten Abschnitte endlich, wo es, wenn wir anders im zweiten mit einander einverstanden sind, sehr ruhig hergehen wird, da sich, das Vorausgeschickte zugegeben, jetzt Alles von selbst versteht, werden wir uns mit der Praxis d. h. mit der Theorie der Brache, der Wechselwirthschaft und der Düngung zu beschäftigen haben.

Eine summarische Uebersicht des Gegebenen, von meinen besten Wünschen für eine gedeihliche Zukunft Ihrer praktischen Bestrebungen begleitet, soll das Ganze beschließen.

Digitized by Google

Zweite Vorlesung.

Die atmosphärische Luft.

Deren wesentliche Bestandtheile. — Sauerstoff und Stickstoff. — Kohlensäure. — Wasser. — Ammoniak.

Bekanntlich nennt man die unsere Erde umgebende Luft „Atmosphäre", zu Deutsch „Dunstkugel", und wir hätten bei der hier vorliegenden spezielleren Betrachtung derselben von ihren physikalischen Eigenschaften ganz abzusehen, vielmehr nur mit der Untersuchung ihrer chemischen Eigenschaften zu thun. Da sie aber ein Gemenge sehr verschiedenartiger Körper ist, die, einzeln betrachtet, sehr von einander abweichende Eigenschaften besitzen, so können wir, um ein klares Bild der Beschaffenheit der Luft zu erhalten, dieselbe nicht als Gesammtmasse untersuchen, vielmehr sind wir genöthigt, ihre Bestandtheile gesondert kennen zu lernen.

Zwei dieser Bestandtheile, der Sauerstoff und Stickstoff, sind nun in so überwiegender Menge in der Luft vorhanden, daß man lange Zeit der Meinung war, nur sie allein gehörten zum Wesen der Atmosphäre, und ihre Menge ist denn auch für mich der Beweggrund, warum ich sie Ihnen zuerst anführe.

Den Sauerstoff anlangend, so ist derselbe ein luftförmiger Körper, etwas schwerer als die atmosphärische Luft, und ausgezeichnet durch sein Vermögen, das Brennen der Körper mit einer ganz ungewöhnlichen Lebhaftigkeit zu unterhalten, wie Sie sich von diesem letzteren Umstande durch den schlecht brennenden Holzspahn

Digitized by Google

überzeugen können, welcher, in eine mit Sauerstoff gefüllte Glasglocke eingebracht, sehr schnell und überaus glänzend verbrennt. Den Namen Sauerstoff hat er erhalten, weil das Produkt seiner chemischen Verbindung mit vielen anderen Körpern ein saueres ist, wie denn in der That seine fremdländische Bezeichnung „Oxygenium" nichts Anderes bedeutet, als einen Körper, welcher Säuren erzeugt; Lebensluft dagegen wird er nicht selten genannt, weil nur er im Stande ist, das Athmen der Menschen und Thiere und somit deren Leben zu unterhalten, und es möchte diese letztere Bezeichnung unter allen Umständen die richtigste sein, da es den chemischen Erfahrungen der neueren Zeit gemäß noch andere Stoffe giebt, durch deren chemische Verbindung mit anderen Körpern Säuren gebildet werden, weßhalb ihnen ein gleiches Recht auf den Namen Sauerstoff billig zukommen sollte.

Wenn wir daher sehen, daß die atmosphärische Luft das Brennen und Athmen begünstigt, so vermag sie dies blos ihres Gehaltes an Sauerstoff wegen, von welchem sie nahezu ein Fünftel enthält; denn ist sie dieses Antheiles beraubt, so wird in derselben Weise ein brennender Körper, ein Licht zum Beispiel, verlöschen, als wie ein Thier darin sterben muß. Erlauben Sie mir Ihnen diese Thatsache durch ein Experiment anschaulicher zu machen.

Ich habe hier unter einer mit atmosphärischer Luft gefüllten Glasglocke, die Sie in einer besonderen Vorrichtung, welche man pneumatische Wanne*) nennt, aufgestellt sehen, ein Stück Phosphor, von einem Schiffchen getragen, eingebracht, und entzünde dasselbe mittels eines heißen Drahtes durch die oben mit einem Glasstöpsel versehene Oeffnung der Glocke, welche ich sogleich wieder verschließe. Der Phosphor beraubt nun in Folge seiner Verbrennung die durch Wasser abgesperrte Luftmenge ihres Sauer-

*) Weiteres über „pneumatische Wanne", sowie über alle anderen sonst noch vorkommenden Apparate bitte ich im angehängten Register nachschlagen zu wollen.

Digitized by Google

stoffes, und muß endlich aus Mangel an Sauerstoff verlöschen. Zugleich aber erkennen Sie sehr deutlich, wie während der nun erfolgenden Abkühlung der warm gewordenen Glasglocke ein Aufsteigen des Sperrwassers stattfindet, und eine ungefähre Abschätzung der rückständigen Luftmenge ergiebt, daß der fünfte Theil der ursprünglich in der Glocke enthaltenen Luft verschwunden ist. Es war dies der Sauerstoff, der sich mit dem Phosphor chemisch verbunden und im Wasser aufgelöst hat. Bringe ich jetzt einen brennenden Spahn ein, so verlöscht derselbe augenblicklich, ja er hört sogar auf zu glimmen.

Es stände jedoch um die analytische Chemie ziemlich schlimm, wenn man sich von dem in der atmosphärischen Luft oder in einem sonstigen Gasgemenge vorhandenen Sauerstoffquantum oder auch von seiner völligen Abwesenheit keine genauere Kenntniß zu verschaffen im Stande wäre, als dies durch die Verbrennung des Phosphors oder das Verlöschen des Holzspahnes in dem eben angestellten Experimente möglich ist. Um Ihnen daher einen Begriff von den Hilfsmitteln zu geben, mittels welcher der Chemiker die in der Luft vorhandene Sauerstoffmenge mit weit größerer Genauigkeit zu bestimmen vermag, habe ich hier einen Apparat aufgestellt, den man nicht unpassend Eudiometer d. h. Luftgütemesser nennt, weil man mit seiner Hilfe den Sauerstoff, also Dasjenige, was der Luft die gute Eigenschaft, das Athmen zu unterhalten, ertheilt, finden und seiner Menge nach genau messen kann. Bringe ich nun zu der in der Glasröhre enthaltenen und, wie Sie sich überzeugen, in Folge sorgfältiger Graduirung der Röhre genau zu messenden Luftmenge (sie beträgt 300 Raumtheile und wurde von mir schon vor dem Beginne der Versammlung eingefüllt) etwas Wasserstoff (ein luftförmiger Körper, dessen nähere Bekanntschaft Sie später beim Wasser machen werden), und messe auch seine Menge (er nimmt aber 239 Raumtheile der Glasröhre ein), so habe ich vorläufig allen Bedingungen genügt, die uns ein sicheres

Digitized by Google

Resultat unseres Versuches erwarten lassen. Es fehlt nämlich jetzt nichts, als daß ich einen elektrischen Funken durch dies Luftgemenge schlagen lasse, wozu, wie Sie sehen, eine passende Vorrichtung an dem oberen verschlossenen Ende der Glasröhre angebracht ist. In demselben Augenblicke nun, wo Sie den elektrischen Funken überschlagen sehen, entgeht Ihnen nicht, daß ein Feuerstrahl das ganze eingeschlossene Gasgemenge durchzuckt: das Quecksilber steigt schnell in der Röhre ein Stück in die Höhe, und Sie bemerken, wie die innere Glaswand mit einem leichten Hauche von Wasserdampf beschlagen ist. Untersuchen wir jetzt, wie viel Raumtheile des früheren Gemenges von atmosphärischer Luft und Wasserstoff, das ja 539 Raumtheile betrug (300 Luft + 239 Wasserstoff = 539), übrig bleiben, so erkennen wir, daß es nur noch 350 solcher Theile sind, daß also unser Verlust 189 Raumtheile ausmacht. Der dritte Theil dieses Verlustes kommt aber auf Rechnung des in der Luft enthaltenen Sauerstoffes, welcher somit 63 Raumtheile vor seinem Verschwinden eingenommen haben muß, und wenn wir ein einfaches Regel de Tri Exempel ansetzen, um zu erfahren, wie viel Sauerstoff in 100 Theilen der untersuchten atmosphärischen Luft vorhanden war, so finden wir 300 : 63 = 100 : 21. Unserer Untersuchung zufolge sind also in 100 Raumtheilen atmosphärischer Luft genau 21 Raumtheile enthalten, welche Zahl in der That dieselbe ist, die nach den sorgfältigsten Untersuchungen Anderer ebenfalls gefunden wurde, wobei die Erkenntniß eine sehr wichtige ist, daß zu diesen fremden Versuchen, die sich über einen Zeitraum von beinahe 50 Jahren erstrecken, Luft der verschiedensten Gegenden, sowie sehr verschiedener Höhen genommen wurde, ohne daß man beachtenswerthe Schwankungen dieser Verhältnißzahl angetroffen hätte. Selbst die von dem Franzosen Gay-Lyssac aus einer Höhe von 21510 Fuß herabgebrachte Luft, welche Höhe mittels des Luftballons von ihm erreicht wurde, und die zugleich die bedeutendste ist, bis wohin

Digitized by Google

Menschen jemals gelangten (Alexander v. Humboldt erreichte am Chimboraço die Höhe von nur 18330 Fuß), machte keine Ausnahme.

Aber, so werden nicht Wenige unter Ihnen fragen, auf welchem Prinzipe beruht denn das angestellte Experiment, was hat der Wasserstoff hier zu schaffen, und endlich, wie kommt es, daß der dritte Theil der verschwundenen Gasmenge Sauerstoff war? Ich fühle wohl, daß diese Fragen Denjenigen von Ihnen, denen das Gebiet der Chemie fremd ist, vollkommen zustehen, und werde mich daher bemühen, Ihnen dieselben, ehe wir weiter gehen, in Kürze zu beantworten. Hierauf bezüglich habe ich Ihnen nun mitzutheilen, daß der Wasserstoff ein gasförmiger Körper ist, der sich mit dem Sauerstoffe chemisch zu verbinden vermag, und zwar in der Art, daß 2 Raumtheile Wasserstoff genau 1 Raumtheiles Sauerstoff bedürfen; das Produkt dieser Verbindung ist Wasser. Hätte ich daher in der Eudiometerröhre 10 Theile Sauerstoff und 20 Theile Wasserstoff mit Quecksilber abgesperrt gehabt, und hätte nun einen elektrischen Funken in derselben Weise, wie Sie soeben Zeugen davon waren, durch dieses Gasgemenge hindurch schlagen lassen, so würde das aufsteigende Quecksilber den Raum dieser Gase völlig eingenommen haben, während sie selbst, unter schnell vorübergehender Feuererscheinung, verschwunden wären und nichts hinterlassen hätten, als einen schwachen feuchten Beschlag an der inneren Wandung des Glasrohres. Dieser Thau, auf dessen Vorhandensein ich Sie auch bei dem soeben angestellten Versuche aufmerksam machte, ist das neue Produkt, es ist reines Wasser, welches Sie sich somit, wie Sie sich davon noch später überzeugen werden, aus 2 Raumtheilen Wasserstoff und 1 Raumtheile Sauerstoff zusammengesetzt zu denken haben. Wünsche ich daher den Gehalt irgend eines Luftgemenges an Sauerstoff zu erfahren, so habe ich diesen Voraussetzungen zu Folge weiter nichts nöthig, als, allerdings unter Beachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln, doppelt

Digitized by Google

so viel Wasserstoff hinzuzubringen, um sicher zu sein, daß während des Hindurchschlagens des elektrischen Funkens aller Sauerstoff sich mit dem zur Wasserbildung erforderlichen Wasserstoffe, also mit einer noch einmal so großen Menge, als er selbst beträgt, vereinige und mit ihm gemeinschaftlich verschwinde. Jetzt begreifen Sie hoffentlich, welcher Umstand den Chemiker berechtigt, den dritten Theil des verschwundenen Gasgemenges für Sauerstoff zu halten, eben so, wie es Ihnen jetzt ersichtlich sein wird, warum ich bei unserer Untersuchung von 300 Theilen atmosphärischer Luft mich mit viel weniger als der doppelten Wasserstoffmenge, nämlich mit 239 Theilen, begnügen konnte; denn da von diesen 300 Theilen nur ein klein wenig mehr als der fünfte Theil Sauerstoff war, nämlich 63, so hätten 126 Theile Wasserstoff zur Wasserbildung hingereicht (126 : 63 = 2 : 1). Es kommen mithin von den übrig gebliebenen 350 Raumtheilen 113 Theile noch auf Rechnung des in Uebermaß hinzugesetzten Wasserstoffes, und nur 237 Theile oder, wenn wir die prozentische Zahl suchen, 79 Raumtheile in 100 Theilen gehören dem Anderen der oben erwähnten Bestandtheile der atmosphärischen Luft, dem Stickstoffe, an, zu dessen näherer Betrachtung wir jetzt ohne Zögerung übergehen können.

Der Stickstoff ist, sowie der Sauerstoff, ebenfalls ein luftförmiger Körper, der sich im isolirten, also mit anderen Körpern unverbundenen Zustande, in welchem er sich ja in der atmosphärischen Luft befindet, wo er mit dem Sauerstoffe nur mechanisch gemengt ist, durch keine besonders hervorstechenden Eigenschaften auszeichnet. Seinen Namen „Stickstoff" hat er erhalten, weil ein in ihn eingebrachtes Thier aus Mangel an Sauerstoff ersticken muß, gerade so, wie ein brennendes Licht verlöscht, wenn man es in dieses Gas bringt, ein Hergang, welchen zu beobachten Sie ja heute schon Gelegenheit hatten. Sein Hauptnutzen, den er durch sein Vorhandensein in der atmosphärischen Luft schafft, von welcher er, wie wir dies bei der Sauerstoffuntersuchung sahen, 79 Raumtheile

Digitized by Google

einnimmt, scheint kein anderer zu sein, als daß er den athmenden Thieren den Sauerstoff stark verdünnt zukommen läßt, wodurch allein die Erhaltung der Gesundheit ermöglicht wird, wie denn in der That in dieser Beziehung ärztliche Beobachtungen vorliegen. Genug, daß Sie wissen, er sei in der Luft vorhanden und mache den größten Theil derselben aus.

Ganz anders verhält es sich dagegen mit den übrigen Bestandtheilen der atmosphärischen Luft, welche, obwohl sie sich im Vergleiche mit dem Stickstoffe und Sauerstoffe in unendlich geringerer Menge darin vorfinden, doch von größter Bedeutung sind, und namentlich für Sie, meine Herren, an Bedeutung noch gewinnen werden, wenn Sie später ihren Einfluß auf das Pflanzenleben näher kennen lernen. Sie sind: Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, und Sie haben dieselben, trotz der Geringfügigkeit in Betreff ihrer in der Luft vorhandenen Menge, dennoch als wesentliche Bestandtheile der Atmosphäre anzusehen, da sie stets und allerwärts darin nachzuweisen sind. Wir betrachten sie der Reihe nach, und beginnen mit der Kohlensäure.

Die Kohlensäure ist ein luftförmiger Körper, wie der Sauerstoff und Stickstoff, nur ist sie viel schwerer als die Luft, vermag das Athmen und mithin auch das Brennen nicht zu unterhalten, und besitzt die Eigenschaften einer Säure. Auch ist sie kein einfacher Körper, sie besteht vielmehr aus Kohle (von den Chemikern Kohlenstoff genannt) und Sauerstoff, welche beiden Körper in Folge chemischer Verbindung mit einander sich zu einem neuen Produkte, der Kohlensäure, vereinigten, und hat davon ihren Namen. Ich habe ein Paar Gläser mit Kohlensäure gefüllt, und beabsichtige jetzt, Ihnen die Eigenschaften derselben durch einige Experimente anschaulich zu machen.

Wollen Sie zuerst bemerken, wie ein eingebrachtes Licht sogleich verlöscht, so wird Ihnen kein Zweifel bleiben, daß die Kohlensäure das Brennen zu unterhalten nicht im Stande ist,

Digitized by Google

während der folgende Versuch ganz geeignet sein wird, Ihnen einen Begriff von der im Vergleiche mit der Luft viel größeren Schwere der Kohlensäure zu geben.

Sie sehen hier drei gewöhnliche Trinkgläser und in Jedem derselben ein auf dem Boden befestigtes brennendes Wachslicht. Indem ich nun in das Erste derselben Wasser gieße, so wird es Sie keineswegs befremden, die Flamme des Lichtes verlöschen zu sehen, sobald das die atmosphärische Luft des Glases verdrängende Wasser so hoch gestiegen ist, daß es die Flamme erreicht, ja Sie finden diesen Hergang so ganz in der Ordnung, daß Sie sich billig verwundern könnten, warum ich überhaupt diesen scheinbar überflüssigen Versuch anstellte. Inzwischen ersuche ich Sie, festhalten zu wollen, daß die größere Schwere des Wassers die Ursache war, weßhalb die Luft aus der unteren Hälfte des Glases verdrängt wurde, und daß das Fortbrennen des Wachslichtes zunächst um deßwillen verhindert wurde, weil mit der atmosphärischen Luft auch zugleich ihr Sauerstoff vertrieben ward. Zwar wissen Sie aus dem heute schon Erörterten, daß auch das Wasser Sauerstoff enthält, allein dieser Sauerstoff ist zum abermaligen Unterhalten des Verbrennens der Elemente des Wachses nicht tauglich, da er schon zum Verbrennen von Wasserstoff, wodurch ja eben das Wasser entstand, gedient hat.

Gieße ich jetzt in das zweite Trinkglas in derselben Weise Kohlensäure, wie ich Wasser in das erste goß, so sehen Sie gleichfalls das Licht verlöschen, obwohl Sie die eingegossene Kohlensäure, weil sie ein luftförmiger vollkommen durchsichtiger Körper ist, natürlich nicht sehen können. Vermöge ihrer Schwere verdrängt sie auch hier, wie das Wasser im ersten Versuche, die atmosphärische Luft, und ist trotz ihres Sauerstoffgehaltes zum ferneren Unterhalten des Brennens aus derselben Ursache nicht geeignet, wie wir gesehen haben, daß es das Wasser ebenfalls nicht kann. Wie im Wasser der Sauerstoff zum Verbrennen des Wasserstoffes,

Digitized by Google

so ward er hier in der Kohlensäure zum Verbrennen des Kohlenstoffes verwendet, und es wäre völlig sinnlos zu verlangen, der Sauerstoff solle trotz seiner chemischen Verbindung mit dem Kohlenstoffe sich auch noch mit den Elementen des Wachses chemisch vereinigen, d. h. zur Unterhaltung des Verbrennens des Wachslichtes beitragen.

Im dritten Glase endlich bemerken Sie, daß das Wachslicht während der ganzen Zeit unserer Unterhaltung ruhig fortgebrannt hat, und es kann Ihnen zur Controlle dienen, daß nicht etwa die Flamme des zweiten Glases aus anderen Gründen, als das Hinzugießen von Kohlensäure war, verlöschte. Noch mache ich Sie darauf aufmerksam, daß ich jetzt ein viertes Trinkglas mit Kohlensäure ganz voll gegossen habe, wie Sie sich davon durch den Umstand überzeugen können, daß ein Licht verlöscht, sobald es nur in die obersten Schichten der darin enthaltenen Luft (Kohlensäure) eingebracht wird; ich setze es einstweilen bei Seite und werde später Gelegenheit nehmen, auf dasselbe abermals die Sprache zu bringen.

Ferner aber nannte ich diese Luftart eine Säure, und wir hätten, ehe wir uns anderen Gegenständen zuwenden, noch zu untersuchen, ob dies in der Wahrheit so sei, um so mehr, als Ihnen bei dieser Gelegenheit klar werden wird, was der Chemiker unter Säure versteht, eine Erkenntniß, von welcher ich Sie nicht entbinden kann, wenn anders Späteres Ihnen nicht unverständlich bleiben soll.

Es giebt zwei große Reihen zusammengesetzter, theils luftförmiger, theils tropfbarflüssiger, theils fester Körper, welche in gewisser Beziehung nicht zusammengebracht werden können, ohne daß sich zwischen ihnen ein Kampf entspinnt, der mit der mehr oder weniger vollständigen Vernichtung der gegenseitigen Eigenschaften sich endigt; sie vereinigen sich dabei zu einem noch mehr zusammengesetzten Körper, an welchem man unter günstigen Umständen

Digitized by Google

weder die Eigenschaften des einen, noch des anderen Körpers, die sie vor ihrer Verbindung zeigten, wahrzunehmen vermag. Die eine Reihe dieser Körper nennt man, weil Diejenigen von ihnen, welche im Wasser löslich sind, einen saueren Geschmack zeigen, Säuren; die andere Reihe dagegen, welche, wenn sie im Wasser löslich sind, ebenfalls einen besonderen Geschmack haben, den man den „alkalischen" nennt, bezeichnet man mit dem Namen Salzbasen oder schlechthin „Basen", wobei man ohne Zweifel von der Idee ausging, sie bildeten im „Salze" d. h. in dem Produkte der chemischen Verbindung einer Säure mit einem basischen Körper die Grundlage, die Basis des Salzes. Um Ihnen nun ein Beispiel zu geben, so wissen Sie sämmtlich, daß die im Wasser lösliche Schwefelsäure sauer schmeckt, und wenn es Ihnen unangenehm ist, zu dieser Prüfung Ihr eigenes Geschmacksorgan herzugeben, so können Sie sich gewisser blauer Papiere (am Besten der mit dem Farbestoffe der Georginen getränkten) bedienen, welche von allen solchen Körpern, die Ihnen den Geschmack des Saueren erzeugen würden, geröthet werden. Ferner aber ist Ihnen der gebrannte Kalk nicht unbekannt; er ist ein im Wasser löslicher basischer Körper, zeigt „alkalischen" Geschmack, und färbt jene blauen Papiere grün. Bringe ich nun diese beiden Körper, die Schwefelsäure und den Kalk, also eine Säure und eine Base, zusammen, so vereinigen sie sich zu einem Salze, welches das blaue Papier unverändert läßt, mithin auch weder saueren, noch alkalischen Geschmack hat, und von Ihnen allen unter dem Namen Gyps gekannt ist. Diese Salze, um dies gleich hier mit zu erwähnen, werden dann auch in der wissenschaftlichen Sprache gewöhnlich nach ihren Bestandtheilen benannt, so daß man im vorliegenden Falle anstatt „Gyps" schwefelsauerer Kalk sagen würde, oder wenn von ganzen Salzgruppen die Rede ist, so spricht man von schwefelsaueren, salpetersaueren, kohlensaueren Salzen u. s. w., deren Basen natürlich sehr verschiedenartige sein können, oder man spricht

Digitized by Google

von Kalksalzen, Eisensalzen, Kupfersalzen u. s. w., ohne dabei Rücksicht auf die in ihnen vorhandene Säure zu nehmen.

Um Ihnen jetzt nach diesen vorausgeschickten Erörterungen den Beweis zu liefern, daß die Kohlensäure wirklich eine Säure ist, so bringe ich in dieses mit Kohlensäure gefüllte Glas einen Streifen feuchtes blaues Georginenpapier ein, und Sie bemerken, daß er sich röthet; die Röthung, die Sie dabei wahrnehmen, ist allerdings nur schwach, allein die Kohlensäure selbst ist nur eine schwache Säure, daher sie auch aus den kohlensaueren Salzen durch fast alle übrigen Säuren ausgetrieben wird; auch können Sie beobachten, daß diese Röthung bald wieder verschwindet, weil während des Trocknens des Papieres mit dem Wasser zugleich die Kohlensäure als flüchtiger Körper wieder verdampft. Nachdem ich Ihnen somit die Haupteigenschaften der Kohlensäure vergegenwärtigt habe, ist die Beantwortung der Frage, in welcher Menge dieselbe in der atmosphärischen Luft vorhanden, und in welcher Weise eine darauf bezügliche Untersuchung anzustellen sei, noch zu erledigen.

Den glaubwürdigsten Erfahrungen vieler Chemiker und Physiker zu Folge ist zwar die Kohlensäure überall als Bestandtheil der atmosphärischen Luft gefunden worden, wie ich Ihnen bereits oben bemerkte, allein ihre Menge ist außerordentlich klein, indem in 10,000 Raumtheilen Luft nur 4 Raumtheile Kohlensäure vorhanden sind, wobei ich jedoch erinnere, daß diese Zahl das ungefähre Mittel vieler Untersuchungen ist, in denen atmosphärische Luft möglichst fern von anerkannten Quellen der Kohlensäure analysirt wurde.

Hier ist abermals eine Gelegenheit, Ihnen einen Beweis von dem Grade der Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu liefern, mit welcher der Chemiker so kleine Mengen eines Körpers aus der weit größeren Menge eines anderen herauszufinden im Stande ist, und ich gestehe, daß ich nicht leicht eine solche Gelegenheit vorüberlassen

Digitized by Google

werde, weil ich wohl weiß, wie mißtrauisch man von gewissen Seiten her noch immer die Angaben des Chemikers ansieht, ohne Zweifel nur, weil man mit den Hilfsmitteln der Chemiker völlig unbekannt ist. Der aufgestellte Apparat wird Ihnen, wie ich hoffe, den Beweis der Zuverlässigkeit der Kohlensäureermittelung in irgend einem Luftgemenge in die Hand geben, obwohl ich zu Ihrem völligen Verständnisse desselben einige Vorbemerkungen nicht unterdrücken darf.

Insofern nämlich die Kohlensäure als sauerer Körper (wie ja oben gezeigt wurde) sich mit den Basen zu kohlensaueren Salzen chemisch zu verbinden geneigt ist, so hat man diese Erfahrung und eine andere Thatsache, daß nämlich mehre kohlensauere Salze in reinem Wasser unauflöslich sind, benutzt, um den Antheil Kohlensäure, welcher in einem Luftgemenge unsichtbar enthalten sein kann, sichtbar zu machen. Man braucht ja nur eine im Wasser aufgelöste Base, welche mit Kohlensäure ein unlösliches Salz giebt, z. B. eine Auflösung von gebranntem Kalke in Wasser, mit der zu untersuchenden Luftmenge in Berührung zu bringen, was am Schnellsten durch Schütteln geschieht, um alsbald bei vorhandener Kohlensäure eine weiße Trübung entstehen zu sehen, welche nichts Anderes als das in reinem Wasser unlösliche kohlensauere Kalksalz ist; denn würde die untersuchte Luftmenge keine Kohlensäure enthalten haben, so würde das Kalkwasser hell und klar geblieben sein. Wenn ich daher das, wie Sie sich überzeugen, vollkommen helle Kalkwasser in diese Glasschale ausgieße, so wird sich alsbald ein Häutchen von kohlensauerem Kalke auf der Oberfläche der Flüssigkeit bilden, weil die in diesem Zimmer befindliche atmosphärische Luft, wenn sie über die Flüssigkeit hinwegstreicht, ihren Kohlensäuregehalt an das Kalkwasser abtritt, und Sie müssen die Entstehung dieses Häutchens als einen entschiedenen Beweis der vorhandenen Kohlensäure ansehen. Hätte ich nun ein bestimmtes Quantum Luft irgendwie abgemessen, so könnte ich unter der Be-

Digitized by Google

achtung gewisser Vorsichtsmaßregeln die Menge von kohlensauerem Kalke, welche sie zu bilden vermag, mittels der Wage finden, und aus diesem Gewichte durch Rechnung den Raum ermitteln, welchen die Kohlensäure als Bestandtheil der Luft einnahm, da mit einer bestimmten Menge Kalk sich erfahrungsmäßig stets eine ebenfalls bestimmte Menge von Kohlensäure chemisch verbindet. Inzwischen bedient sich der Chemiker bei seinen Untersuchungen der soeben angedeuteten Methode nicht, weil sie aus hier nicht weiter zu erörternden Ursachen keine genauen Resultate giebt, vielmehr verzichtet er gern auf die Möglichkeit, mittels des Gesichtsinnes von dem Vorhandensein der Kohlensäure sich zu überzeugen (was ja bei Darstellung eines im Wasser unlöslichen kohlensaueren Salzes der Fall ist), und begnügt sich, diese Erkenntniß nur mittels der Wage, dann aber auch mit um so größerer Schärfe zu erhalten, wobei ihm natürlich an der Darstellung eines im Wasser unlöslichen kohlensaueren Salzes nichts gelegen ist.

Nach diesen Voraussetzungen kehren wir zur Betrachtung des aufgestellten Apparates und zur damit vorzunehmenden Kohlensäurebestimmung der atmosphärischen Luft dieses Zimmers zurück.

Das große aus Blech geformte Gefäß (Gasometer genannt) enthält genau $1\frac{1}{2}$ Kubikfuß Wasser, und besitzt an seinem untersten wie obersten Theile zwei durch Hähne verschließbare Oeffnungen. Oeffne ich nur den untersten Hahn und lasse den obersten verschlossen, so läuft kein Tropfen Wasser aus, ganz so, wie bei einem mit Wein oder Bier gefüllten Fasse Ihnen ja ebenfalls bekannt ist, daß ein Auslaufen nicht stattfinde, wenn man den Hahn bei verschlossenem Spundloche öffnet. Sowie ich dagegen auch den obersten Hahn öffne, so dringt sogleich Luft ein und bringt das Wasser des Gefäßes zum Auslaufen, wobei ich es ganz in meiner Gewalt habe, die Geschwindigkeit dieses Auslaufens durch die Stellung dieses Hahnes nach Gutdünken zu reguliren. Es liegt auf der Hand, daß bei solcher Einrichtung die Menge des unten auslau-

Digitized by Google

fenden Wassers genau der Menge der oben eindringenden Luft entspricht, und daß ich daher nur dieses Wasser zu messen brauche, um ein Maß für die Menge der untersuchten Luft zu haben. Nun habe ich aber, wie Sie sehen, mit dem obersten Hahne drei kleine Glasapparate in Verbindung gebracht, durch welche die Luft dieses Zimmers, ehe sie zum Austreiben des Wassers in das große Blechgefäß gelangen kann, hindurchstreichen muß, und Sie bemerken, daß der Erste dieser kleinen Apparate ebenso wie der letzte mit einem grobpulverigen weißen Körper (Chlorcalcium), der mittelste hingegen mit einer Flüssigkeit (einer Auflösung von Kali in Wasser) gefüllt ist. Der erste und letzte Apparat haben den Zweck, alle Feuchtigkeit, der mittelste dagegen, allen Kohlensäuregehalt der durchstreichenden Luft aufzunehmen, wobei sie ihr Gewicht vermehren, und durch das Wieviel der Zunahme direkt nicht nur den Kohlensäuregehalt, sondern auch den Wassergehalt der Luft genau erkennen lassen. Sie ersehen aus der Zusammenstellung des ganzen Apparates, daß bei solcher Untersuchungsweise mögliche Fehler nur Wägungsfehler sein können, die um so leichter zu vermeiden sind, wenn man im Besitze einer so guten Wage ist, als wie ich eine solche hier aufgestellt habe. Ich glaube kaum, daß zum Verständnisse des Ganzen jetzt noch etwas Weiteres hinzuzufügen ist; es wäre denn, daß Sie noch nähere Auskunft über die Nothwendigkeit des Absetzens von Feuchtigkeit von Seiten der Luft in den zwei Flügelapparaten verlangten, denn daß der Mittelste der Apparate die Kohlensäure der Luft nur um deßwillen festhält, weil das aufgelöste Kali eine sehr kräftige Base ist, welche mit der Kohlensäure sich zu kohlensauerem Kali verbindet, wird auch ohne meine ausdrückliche Bemerkung Ihnen wahrscheinlich geworden sein. Diese Flügelapparate sind aber, wie ich Ihnen schon bemerkte, mit Chlorcalcium gefüllt, einer Substanz, welche zur Verbindung mit Wasser ausnehmend große Neigung hat, weßhalb denn auch der durch den Ersten dieser Apparate streichenden Luft alle

Digitized by Google

Feuchtigkeit vollständig entzogen wird, und da ich denselben vor dem Versuche genau gewogen habe, so finde ich in der Zunahme seines Gewichtes nach Beendigung des Versuches den genauen Ausdruck der Größe des Wassergehaltes sämmtlicher hindurchgegangener Luft, deren Quantum ich ja sehr einfach durch Messung des ausgeflossenen Wassers erfahre. Der Luft wird dabei ihre Kohlensäure gelassen; sie nimmt dieselbe in den zweiten Apparat mit, um sie an diesen abzutreten, dessen Gewichtszunahme nach dem Versuche mir mithin als Ausdruck der Größe des Kohlensäuregehaltes gilt. Der letzte, wie wir zeigten, ebenfalls mit Chlorcalcium gefüllte und gleichfalls genau gewogene Apparat dient mir zur Controlle, daß nicht etwa von Seiten der durch die Flüssigkeit des mittelsten Apparates gegangenen Luft etwas Wasser wieder aufgenommen und fortgeführt worden ist, durch welchen Umstand (der übrigens gar leicht eintritt) ein ganz fehlerhaftes Resultat erhalten werden würde; denn sollte wirklich Wasser mit fortgeführt worden sein, und dadurch der mittelste Apparat an Gewicht verloren haben, so würde es hier in diesem dritten Apparate wieder festgehalten und durch Gewichtsvermehrung desselben aufgefunden werden können. Es wird uns deßhalb im vorliegenden Falle nur die Summe der Gewichtszunahme der beiden letzten Apparate den Maßstab für die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes abgeben.

Als vierten wesentlichen Bestandtheil der atmosphärischen Luft haben wir das Wasser zu betrachten, und zwar in der Form des luftförmigen Wassers, des sogenannten Wassergases, welches sich von dem bekannten Wasserdampfe durch seine Trockenheit und vollkommene Durchsichtigkeit unterscheidet, indem der Wasserdampf als ein Gemenge von Wassergas und tropfbarflüssigem Wasser diese Trockenheit und Durchsichtigkeit nicht besitzt, ja, wenn er in größerer Menge vorhanden ist, vollkommen naß und undurchsichtig wird, wie Sie dies in Betreff des Nebels und der Wolken längst schon

Digitized by Google

kennen. Solch unsichtbares Wassergas ist zu allen Zeiten und an allen Orten in der Luft vorhanden, obwohl wie die Kohlensäure in sehr schwankendem Verhältnisse, da sich die Menge desselben nach der Temperatur der Luft und nach dem Vorhandensein von tropfbarflüssigem Wasser, welches allein im Stande ist, das Wassergas zu liefern, richtet. Im Allgemeinen können Sie füglich annehmen, daß, unter sonst gleichen Umständen, die Luft um so mehr Wassergas enthält, je wärmer sie ist, und um so weniger, je kälter, daher es denn auch nicht auffällig sein darf, wenn eine mit Wassergas angefüllte wärmere Luft bei ihrer Abkühlung einen Theil desselben in Gestalt von tropfbarflüssigem Wasser absetzt; während auf der anderen Seite eine scheinbar sehr feuchte Luft bei der genaueren Untersuchung dennoch einen geringeren Wassergehalt ergeben kann, als eine scheinbar sehr trockene, wenn nur die erstere kalt, die letztere dagegen warm ist. Ich kann Ihnen durch ein Paar Versuche die Wahrheit dieser Behauptung sogleich augenfällig machen.

Die Luft dieses Zimmers, wo so viele Menschen athmen und dabei Wassergas produziren, enthält jedenfalls bedeutende Mengen dieses Gases, obwohl wir es in Folge der Wärme der Luft nicht wahrzunehmen im Stande sind. Inzwischen dürfen wir nur einen Theil dieser Luft abkühlen, um zu erfahren, daß Wassergas vorhanden ist, denn es wird sich dasselbe in Form von tropfbarflüssigem Wasser zu erkennen geben. Zu diesem Endzwecke lasse ich eine Flasche mit kaltem Brunnenwasser gefüllt ins Zimmer bringen, und, was Sie selbst schon tausendmal beobachteten, geschieht; es beschlägt die äußere Glaswandung mit Thau, welcher in Gestalt tropfbarflüssigen Wassers schon jetzt herabzurinnen beginnt, offenbar nur in Folge der Abkühlung der die Flasche umgebenden atmosphärischen Luft, welche beim Sinken der Temperatur einen Theil ihres Wassergases zu Wasser verdichtet hergab, und somit sein Vorhandensein verkündete. Noch auffallender tritt diese Erscheinung hervor, wenn ich dieselbe Flasche, anstatt mit bloßem

Digitized by Google

Wasser, mit einer sogenannten Frostmischung (einer Mischung von Wasser, Salpeter und Salmiak) fülle, wodurch eine Kälte von ungefähr 12 Grad Reaumur erzeugt wird, die nur allmählig nachläßt. Sie sehen zwar, im Augenblicke des Einbringens der Flüssigkeit ins Glasgefäß, das letztere an seiner äußeren Seite nur mit Thau beschlagen, allein Sie werden nicht lange zu warten haben, so wird sich dieser Thau in Reif umwandeln, der nach und nach zu einer förmlichen Schneekruste anwächst, welche selbst wiederum noch später beim Nachlassen der Kälte eine Eiskruste bildet; alles Erscheinungen, welche nicht hätten statthaben können, wenn kein Wassergas in der Luft dieses Zimmers vorhanden gewesen wäre. Ich konnte mir übrigens beide Experimente ersparen, wenn ich Sie nur ganz einfach an den Umstand hätte erinnern wollen, daß wir alle fortdauernd ein Gemenge gasartiger Körper ausathmen, dem eine bedeutende Quantität Wasser in Form von unsichtbarem Wassergase beigemengt ist, das so lange unsichtbar bleibt, als die umgebende Luft warm ist, während es sogleich als sichtbarer Wasserdampf (Hauch) auftritt, sobald die Luft kalt ist, und zwar um so stärker, je kälter.

Die Methoden endlich anlangend, deren man sich bedient, um die Menge des in der atmosphärischen Luft enthaltenen Wassergases zu wissenschaftlichen Zwecken zu bestimmen, so sind dieselben ziemlich zahlreich, alle jedoch werden in Betreff auf Genauigkeit des gewonnenen Resultates von der bei der Kohlensäurebestimmung bereits beschriebenen weit übertroffen, und ich habe daher hier weiter nichts in dieser Beziehung zu bemerken, als daß, um blos den Wassergehalt der atmosphärischen Luft kennen zu lernen, es natürlich genüge, nur Einen der mit Chlorcalcium gefüllten Glasapparate mit dem oberen Hahne des großen Blechgefäßes (Gasometers) in Verbindung zu setzen. Die durchstreichende Luft giebt ihren sämmtlichen Wassergasgehalt in Form von Wasser an das Chlorcalcium ab, und erlaubt somit, wie oben gezeigt

Digitized by Google

wurde, die Bestimmung desselben durch die Wage mit der größten Genauigkeit.

Es bleibt nur noch der Letzte der wesentlichen Bestandtheile unserer Atmosphäre, das Ammoniak, übrig, mit dessen spezieller Kenntnißnahme wir unsere heutigen Unterhaltungen beschließen werden.

In dieser Glasröhre ist Ammoniak, dieser fünfte wesentliche Bestandtheil der Luft, im reinen Zustande enthalten; ich habe ihn bereits vor Ihrer heutigen Zusammenkunft dargestellt, und beabsichtige jetzt, Ihnen seine charakteristischen Eigenschaften bemerklich zu machen.

Sie bemerken zuvörderst, daß es ein luftförmiger vollkommen farbloser Körper ist, und sehen, wie ein hineingebrachter befeuchteter blauer Papierstreifen (gefärbt durch den bekannten Farbestoff der Georginen) sogleich eine lebhaft grüne Farbe annimmt, was dem früher über die Basen Gesagten gemäß nur geschehen kann, weil das Ammoniak eine im Wasser auflösliche Base ist. Diese Auflöslichkeit im Wasser ist sehr bedeutend, wie ich Ihnen direkt zeigen kann; denn indem ich die mit Quecksilber verschlossene Glasröhre über Wasser stelle, so findet augenblicklich ein gewaltsames Aufsteigen des Wassers statt, indem das Ammoniakgas vom Wasser mit Heftigkeit verschluckt wird, und ich ersuche Sie, diesen Umstand Ihrem Gedächtnisse zu bewahren, weil ich später darauf zurückkommen werde. Endlich noch besitzt das Ammoniakgas einen eigenthümlichen höchst durchdringenden Geruch, worin, indem ich Ihnen diese mit einer Ammoniakauflösung gefüllte Flasche zur Prüfung desselben überlasse, nicht Wenige von Ihnen einen alten Bekannten wiedererkennen, da Ihnen genau derselbe Geruch bestimmt schon in Pferde- und sonstigen Viehställen, oder in der Nähe von Düngergruben auffällig gewesen ist. Füge ich diesen Bemerkungen in Betreff der Eigenschaften des Ammoniakes noch hinzu, daß er ein aus Stickstoff und Wasserstoff chemisch zusammen-

Digitized by Google

gesetzter Körper sei, so wissen Sie jetzt nahezu Alles, was Ihnen vorläufig für unsere speziellen Zwecke zu wissen nöthig ist.

Aber, so möchten Sie fragen, wie kann Ammoniakgas ein wesentlicher Bestandtheil der atmosphärischen Luft sein, wenn man ihn, bei seinem so durchdringenden Geruche, dennoch nicht riecht? — Die Beantwortung dieser Frage wird sich von selbst ergeben, wenn Sie den nachfolgenden Betrachtungen ihre Aufmerksamkeit nicht versagen.

Ich bringe einen Tropfen einer conzentrirten Auflösung von Ammoniak, deren Ammoniakgehalt sich sowohl durch den starken Geruch als auch durch das Grünfärben des blauen Papieres kundgiebt, in dies kleine Platinschälchen, und indem ich durch eine untergestellte Weingeistlampe den Tropfen abdampfe, wobei nicht der geringste Rückstand bleibt, so überzeugen Sie sich, daß ein fester Körper in dieser Auflösung nicht vorhanden ist. Dasselbe geschieht auch mit dieser zweiten Flüssigkeit, welche durch das Röthen des eingebrachten blauen Papieres sich Ihnen als Säure (es ist Salzsäure) zu erkennen giebt; ein Tropfen davon, in das Schälchen gebracht, verschwindet bei der Erwärmung ebenfalls ohne Rückstand. Jetzt bringe ich aber gleichzeitig einen Tropfen der Ammoniakauflösung und einen Tropfen der Salzsäure in das Platinschälchen, und indem ich abermals die Abdampfung vornehme, so sehen Sie, daß ein weißer fester Körper zurückbleibt, der, völlig ohne Geruch, die chemische Verbindung der Salzsäure und des Ammoniakes darstellt, mithin ein Salz ist, welches Sie unter dem Namen Salmiak wahrscheinlich sämmtlich kennen. Daß wirklich Ammoniak in diesem Salze vorhanden ist, davon kann ich Ihnen augenblicklich den Beweis liefern, indem ich etwas an der Luft zerfallenen Kalk hinzubringe, welche Base sich mit der Salzsäure des Salmiakes verbindet, wodurch das Ammoniak in Freiheit gesetzt wird, und sich jetzt durch seinen bekannten starken Geruch, sowie durch Grünen des darüber gehaltenen blauen Papieres verräth.

Digitized by Google

Ferner aber sehen Sie hier zwei größere Porzellanschalen, beide mit chemisch reinem Wasser gefüllt, und Sie werden mir hoffentlich so viel Glauben schenken, daß ich nicht nöthig habe, das sämmtliche Wasser abzudampfen, um Ihnen zu beweisen, daß nichts zurückbleiben kann, wenn ich wirklich die ganze Menge verdampfte, was ich nur, um Zeit zu ersparen, unterlasse. Setze ich nun zu dem Wasser der einen Schale einen Tropfen Ammoniaklösung und zu der anderen einen Tropfen Salzsäure, so wird in Betreff der Möglichkeit, beide Flüssigkeiten ohne Rückstand abdampfen zu können, nicht das Mindeste geändert, und es würden die in beiden Flüssigkeiten vorhandenen fremden Körper (das Ammoniak in der einen, die Salzsäure in der anderen) bei der Abdampfung mit den Wasserdämpfen mir völlig unbemerkbar mit fortgeführt werden, ganz abgesehen von dem Umstande, daß ich bei so großer Verdünnung weder eine Veränderung des blauen Papieres, noch einen ammoniakalischen Geruch wahrzunehmen im Stande bin. Nicht so würde es der Fall sein, wenn ich vor der Abdampfung beide Flüssigkeiten mit einander vermische, indem sich jetzt das genannte Ammoniaksalz bildet, welches bei der Temperatur, bei der Wasser verdampft, nicht verflüchtigt werden kann und daher zurückbleiben muß; in diesem Salze kann ich den Ammoniakgehalt auf dem Ihnen schon bekannten Wege nachweisen und, wo nöthig, selbst mittels der Wage bestimmen.

Aber, so werden Sie mir einwenden, was hat dies Alles mit dem Ammoniakgehalte der atmosphärischen Luft zu thun? — Gedulden Sie sich jedoch, meine Herren, nur noch einen Augenblick, und ich bin gleich bei diesem Punkte angekommen.

Denken Sie sich jetzt eine abgeschlossene Menge Luft, welche Ammoniakgas beigemengt enthält, und zwar in so geringer Menge, daß wir in Folge dieser großen Verdünnung weder etwas davon riechen, noch eine Veränderung des blauen Papieres dadurch erzeugt sehen, so wird Ihnen klar sein, daß ich, bei der großen

Digitized by Google

Neigung des Ammoniakgases, sich im Wasser aufzulösen, im Stande bin, durch Schütteln der Luft mit Wasser dieses Ammoniak an Wasser zu binden. Zwar wird es sich auch jetzt noch immer nicht erkennen lassen, allein wenn ich durch Zusatz von etwas Salzsäure ein Ammoniaksalz darstelle, so behalte ich Salmiak nach dem Verdampfen dieses mit der Luft geschüttelten Wassers zurück, und kann somit den Gehalt der Luft an Ammoniak bestimmen. Nun ist aber der Ammoniakgehalt der Atmosphäre so gering, daß, wollte ich wirklich in irgend einem Gefäße einen abgemessenen Theil derselben mit Wasser schütteln und dann verfahren, wie soeben gezeigt wurde, ich kaum ein zuverlässiges Resultat zu erwarten hätte, wenn ich nicht ausnehmend große Quantitäten atmosphärischer Luft zum Versuche anwende, was seine bedeutenden Schwierigkeiten hat. Allein gewisse in der Natur vor sich gehende Prozesse entbinden den Chemiker der Arbeit des Schüttelns der Luft mit Wasser und der dadurch bewirkten Entziehung ihres Ammoniakgehaltes, und bieten ihm noch obendrein den Vortheil, daß er in verhältnißmäßig wenigem Wasser den Ammoniakgehalt einer sehr großen Menge atmosphärischer Luft ganz ohne sein Zuthun aufgelöst erhält. Diese Prozesse sind das Regnen und Schneien, und noch immer hat man Ammoniak im Regen und Schneewasser nachweisen können, wenn man vor der Verdampfung desselben Sorge trug, etwas Salzsäure hinzuzusetzen, wodurch Salmiak gebildet wird. Es sind in dieser Beziehung die entscheidendsten Versuche von vielen Gelehrten angestellt worden, stets mit günstigem Erfolge, weßhalb denn auch Ihnen jetzt einleuchten wird, warum man das Ammoniak als einen wesentlichen Bestandtheil der Atmosphäre anzusehen habe, und wie es komme, daß man es früher bei Untersuchungen der Luft so leicht übersehen konnte. Auch, denke ich, ist jetzt Ihre Frage, warum man das Ammoniak der Luft nicht rieche, im Vorstehenden mit beantwortet worden, so daß mir für heute nichts übrig bleibt, als meinen Vortrag zu schließen.

Digitized by Google

Ehe wir uns jedoch trennen, erlaube ich mir noch, Sie auf einen Vorgang aufmerksam zu machen, der sich inzwischen mit dem Trinkglase zugetragen hat, welches ich, wie Sie sich erinnern, mit Kohlensäure ganz gefüllt und einstweilen bei Seite gestellt hatte. Sie sehen, daß ein eingebrachtes brennendes Licht jetzt ruhig fortbrennt, zum Zeichen, daß die Kohlensäure nicht mehr vorhanden ist, und daß sie, trotz ihrer größeren Schwere, dennoch von der viel leichteren atmosphärischen Luft verdrängt wurde. Ich werde das nächste Mal Gelegenheit haben, den Erfolg dieses Experimentes zur Erläuterung des Gesetzes, nach welchem sich die Gase d. h. die luftförmigen Körper mit einander mengen, zu benutzen.

Digitized by Google

Dritte Vorlesung.

Die atmosphärische Luft.

(Fortsetzung.)

Untersuchung der Abkunft der Bestandtheile der atmosphärischen Luft. — Die unwesentlichen Bestandtheile derselben. — Die Diffusion gasförmiger Körper.

Wollte ich Ihnen, meine sehr verehrten Herren, die Frage vorlegen, wie denn Ihrer besten Ueberzeugung gemäß all das Wasser in die Atmosphäre gelangte, welches nur seit der verhältnißmäßig kurzen Zeit Ihres Lebens in der Gestalt von Regen und Schnee aus derselben herabfiel, so wette ich, daß, wenn Ihnen anders meine Frage nicht zu einfältig vorkommen sollte, Sie sämmtlich antworten werden, dieses Wasser sei durch den Verdampfungsprozeß des Wassers unserer Sümpfe, Bäche, Flüsse, Seen und Meere, in der Form von Wassergas, in die Luft gekommen, habe dort unter passenden Umständen Wolken gebildet und sei endlich bei guter Gelegenheit wieder als Regen und Schnee auf die Erdoberfläche zurückgekehrt, um diesen Kreislauf von Neuem zu beginnen. Denn daß dieses Wasser etwa in der Luft sich erzeugt habe, oder von außen her aus dem freien Weltraume in unsere Atmosphäre eingedrungen sein sollte, wird wenigstens Demjenigen unwahrscheinlich vorkommen, der jemals das Austrocknen eines Tümpels oder das allmählige Verschwinden irgend einer Wassermasse, welche in einem offenen Geschirre dem Vertrocknen überlassen blieb, zu beobachten

Digitized by Google

sich die Mühe nahm. Er wird ohne Schwierigkeit denselben Prozeß als auch an jeder anderen Wassermasse stattfindend sich vorstellen können, und sich dadurch eine Vermuthung über die Abkunft des Regen- und Schneewassers bilden, die in der That die richtige ist, indem Physik, Chemie und Meteorologie durch die genauesten Beobachtungen und umfassendsten Berechnungen zu demselben Resultate gelangten.

Es ist somit die von dem verständigeren Theile des größeren Publikums ganz allgemein für wahrscheinlich gehaltene Abkunft des atmosphärischen Wassers mit dem Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung im besten Einklange, und ich könnte mich sehr kurz fassen, wenn sich dies mit den übrigen Bestandtheilen der atmosphärischen Luft ebenso verhielt. Dies ist aber nicht der Fall, und ich bin deßhalb genöthigt, vorerst noch, ehe wir zu neuen Gegenständen vorwärts gehen, die Quellen der verschiedenen Bestandtheile der atmosphärischen Luft zu untersuchen, wobei ich mich Ihres Dankes schon im Voraus um so mehr versichert halte, als die jetzt anzustellenden Betrachtungen nicht allein geeignet sind, Ihnen später Mitzutheilendes verständlicher zu machen, sondern Ihnen auch eine Einsicht in die Harmonie der Schöpfung und in die derselben zum Grunde liegende höchste Weisheit verstatten, und zwar mit einer Leichtigkeit und Sicherheit, wie dies mit wenig anderen Gegenständen der Naturwissenschaft der Fall sein möchte.

Wenn Sie, meine Herren, sich entsinnen wollen, daß zum Leben der Menschen und Thiere, sowie zur Unterhaltung so zahlloser Verbrennungsprozesse Sauerstoff absolut nothwendig ist (ein Thier erstickt und eine Flamme verlöscht augenblicklich, sobald man der Luft den Sauerstoff nimmt), und daß trotzdem der Sauerstoffgehalt der Luft immer als derselbe sich nachweisen läßt, so ist die Frage, von wo denn der Sauerstoff immer wiederherkomme, eine ganz natürliche, und wir werden wohlthun, die Beantwortung derselben dem Chemiker vorzulegen, da er am Genauesten die verschie-

Digitized by Google

denen Darstellungsweisen des Sauerstoffes kennen muß. Ueberflüssig erscheint diese Frage nur dann, wenn man sich der Ansicht hingiebt, als können noch fortdauernd Elemente sich erzeugen, indem in diesem Falle die ganze Frage durch die kurze Antwort: „er entsteht!" sogleich abgeschnitten und jeder weiteren wissenschaftlichen Forschung entrückt wird. Da jedoch nicht eine einzige Thatsache von wissenschaftlichem Werthe vorhanden ist, welche einer solchen Ansicht auch nur den geringsten Vorschub zu leisten vermöchte, so ist es nicht mehr als billig, daß wir dieselbe ganz bei Seite lassen, und nur auf den Chemiker hören.

Dieser ist denn sogleich bei der Hand, uns eine Menge Methoden aufzuzählen, mittels welcher Sauerstoff dargestellt wird; allein von allen können wir für Beantwortung der aufgeworfenen Frage in Betreff der Abkunft des Sauerstoffes der Atmosphäre nur eine einzige brauchen, weil sie ganz offenbar dieselbe ist, deren sich die Natur bedient, um den so ungeheueren Verbrauch des atmosphärischen Sauerstoffes fortdauernd durch frischen Sauerstoff zu decken. Diese Methode der Sauerstoffdarstellung, welche der Chemiker in seinem kleinen Laboratorium mit der Natur in ihrer großen Werkstätte gemein haben kann, wenn er nicht andere Methoden ihrer größeren Schnelligkeit und Bequemlichkeit wegen vorzieht, beruht auf nichts Anderem, als auf einer Zersetzung des Wassers durch lebende Pflanzen unter Einwirkung des Lichtes und bei vorhandener Kohlensäure, in Folge welches Prozesses Sauerstoff, der ja, wie schon früher bemerkt ward, mit Wasserstoff verbunden in dem Wasser vorhanden ist, ausgeschieden und der Atmosphäre überliefert wird. Dieser Vorgang der Sauerstoffausscheidung von Seiten lebender Pflanzen ist schon längst bekannt; weniger bekannt dagegen dürfte der Theil dieses Prozesses sein, welcher erkennen läßt, daß wirklich die Aufnahme der Kohlensäure die Sauerstoffausscheidung bedingt, daher ich mir erlaube, Ihnen das hierauf bezügliche Experiment mitzutheilen, wobei ich nur bedauern muß, daß es

Digitized by Google

nicht von der Art ist, daß man es in einem Collegium anstellen kann, weil dazu mehr Zeit erfordert wird, als hier darauf verwendet werden kann.

Denken Sie sich eine mit reinem Wasser gefüllte Glasflasche, welche ich, nachdem einige frische Blätter (ich wählte Blätter von Geranium, weil sie mir zur Hand waren) dazu gebracht worden sind, in ein flaches und ebenfalls mit Wasser gefülltes Gefäß in einer Weise eingestellt habe, daß sie verkehrt, also mit ihrer Mündung nach unten, steht, so begreifen Sie, daß weder Wasser aus der Flasche auslaufen, noch Luft von außen hineindringen kann. Nichts desto weniger aber zeigte sich sehr bald eine zahllose Menge kleiner Luftbläschen an der Oberfläche der Blätter, welche, nach und nach an Größe zunehmend, sich endlich losrissen, aufstiegen und an dem nach oben gekehrten Boden der Flasche, zu einer größeren Blase vereinigt, sich ansammelten. Dieser Vorgang ward offenbar beschleunigt, als ich die Sonne auf die Glocke scheinen ließ. Die Luftblase zeigte sich bei der damit vorgenommenen Untersuchung als reines Sauerstoffgas. Indessen dauerte es nicht lange (nicht 2 Tage), so hörte die Sauerstoffgasentwickelung auf, woraus man wohl zunächst den Schluß zu ziehen hat, daß es den Blättern, die wir, so lange sie noch frisch sind, als lebend zu betrachten haben, an derjenigen Bedingung fehle, unter welcher sie Sauerstoff ausscheiden. Sobald ich jedoch einige Blasen Kohlensäure dem Wasser der Flasche, worin sie sich auflösten, hinzubrachte, so begann alsbald die Ausscheidung von Sauerstoff aufs Neue, bis ein abermaliger Stillstand dieser Ausscheidung am dritten Tage des Versuches stattfand, der jedoch durch abermals hinzugesetzte Kohlensäure wieder aufgehoben wurde. Die Fortsetzung dieses Experimentes mußte nach dem vierten Tage eingestellt werden, weil die Blätter abzusterben begannen. Indessen sind ähnliche Versuche auch von vielen anderen Seiten her, und immer mit demselben Erfolge angestellt worden, weßhalb ich für meinen Theil keine besondere Veranlassung

Digitized by Google

habe, die so baldige Unterbrechung meines Experimentes sehr zu bedauern. Ich weiß nun nicht, meine Herren, wie bündig Ihnen der aus diesen Experimenten gezogene Schluß erscheint, daß es die Kohlensäure ist, welche die Sauerstoffabscheidung von Seiten der Pflanze veranlaßt; inzwischen versichere ich Sie so viel, daß vor der Hand wenigstens eine bessere Erklärung dieses Vorganges nicht gegeben werden kann, und daß, mögen Sie vorläufig von demselben halten, was Sie wollen, in ihm eine reiche Quelle von Sauerstoff anerkannt werden muß, die um so größere Beachtung verdient, als das Pflanzenleben unter Einwirkung des Lichtes der einzige Prozeß ist, dessen sich die Natur zur Sauerstoffbereitung bedient.

Was den Stickstoff betrifft, so fällt die Frage nach der Herkunft dieses Bestandtheiles der atmosphärischen Luft mit der Frage, wie entstanden überhaupt die Elemente, so ziemlich zusammen. Bei der im Allgemeinen passiven Beschaffenheit dieses Körpers, d. h. bei seiner schwachen Theilnahme an den Prozessen im Laboratorium des Chemikers, deren Verschiedenartigkeit und Mannigfaltigkeit der Aussage der Chemiker zu Folge doch weit bedeutender ist, als im großen Haushalte der Natur (da hier eine Menge Stickstoffverbindungen so gut als nicht existirend betrachtet werden müssen, die doch im chemischen Laboratorium sehr häufig, obwohl nicht selten sehr künstlich erzielt werden), ist von vorn herein der Vermuthung Raum zu geben, daß wir im Großen stattfindende Vorgänge, in denen der Stickstoffgehalt der atmosphärischen Luft durch seine chemische Verbindung mit irgend einem anderen Körper geschmälert werde, wahrscheinlich nicht ausfindig zu machen im Stande seien. Und in der That erhält diese auf die allgemeinen Eigenschaften des Stickstoffes begründete Vermuthung das Gepräge einer positiven Behauptung, wenn wir uns nach einem solchen Vorgange in der Natur umschauen, und keinen finden. Einzig und allein ist nur jener Bildung von Salpetersäure zu gedenken, welche bei Gewittern

Digitized by Google

stattfindet, wo der die Atmosphäre durchzuckende große elektrische Funken, den wir bekanntlich Blitz nennen, gewisse Mengen von atmosphärischem Stickstoffe und Sauerstoffe mit Gewalt chemisch zu Salpetersäure vereinigt. Durch diesen Vorgang der Salpetersäurebildung werden allerdings fortwährend kleine Mengen von Stickstoff der atmosphärischen Luft entzogen, allein wir werden später sehen, wie durch die Zersetzung organischer Substanzen eine Ausgleichung dieses Verlustes stets wieder vermittelt wird. Ist daher der Stickstoffgehalt der Luft als eine nahezu unveränderliche Größe anerkannt, und kommt dazu noch, daß man guten Grund hat, zu glauben, es sei auch in der Vergangenheit eben so gewesen, und werde so auch in der Zukunft sein, so sehen Sie, wie die Frage nach der Art und Weise seines Gelangens in die Atmosphäre mit der Frage nach der ursprünglichen Entstehung desselben zusammenfällt, und daß, da wir über die Entstehung aller übrigen Elemente, aus denen die irdischen Körper zusammengesetzt sind, ebenfalls mit Sicherheit nichts wissen, wir also auch in Betreff der Entstehung des Stickstoffes in vollkommener Dunkelheit sind. Wollen Sie sich aber damit nicht begnügen, und verlangen dennoch eine Antwort, nun so antworte ich Ihnen, daß der Stickstoff in der Luft vorhanden ist, weil er vom Anfange an darin vorhanden war.

Wir wenden uns jetzt zur Kohlensäure, und suchen in Betreff ihrer die Frage zu lösen, ob sich in der Natur irgend ein Hergang ermitteln läßt, der geeignet ist, nicht sowohl ihr Vorhandensein in unserer Atmosphäre, sondern vielmehr ihren steten Wiedererſatz an dieselbe zu erklären. Denn wenn, wie ich Ihnen später zu zeigen gedenke, fortdauernd gewisse Prozesse in der Natur stattfinden, die darauf berechnet sind, der atmosphärischen Luft die Kohlensäure zu entziehen, so liegt es sehr nahe, zu untersuchen, von welcher Seite her der Atmosphäre fortwährend dieser wesentliche Bestandtheil wieder zugeführt wird. Dies geschieht aber auf mehrfache Weise, und mit Uebergehung der ausführlicheren Darlegung und Entwickelung

Digitized by Google

der speziellen Verhältnisse dieser Vorgänge führe ich Ihnen dieselben blos dem Namen nach auf, sie sind: das Athmen der Menschen und Thiere, die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Körper in der Form von Holz, Steinkohlen u. s. w., die Gährung, Fäulniß und Verwesung, sowie endlich die vulkanische Thätigkeit; sämmtlich Vorgänge, welche Kohlensäure in reichlichem Maße an die Atmosphäre liefern. Schon aus der Zahl dieser Vorgänge, noch mehr aber aus der Größe und der Ausdehnung derselben (die Ihnen, auch ohne daß ich es versuche, Ihr Gedächtniß mit Zahlen zu beschweren, schon auffällig genug erscheinen wird, da gewiß Jeder von Ihnen mit wenigstens Einem dieser Vorgänge insoweit bekannt sein dürfte, daß er ihn nicht für unerheblich hält) mögen Sie abnehmen, daß ein sehr energischer Prozeß vorhanden sein muß, welcher einer so gewaltigen Kohlensäureanhäufung in der Atmosphäre durch fortwährende Entziehung der Kohlensäure die Wage hält. Und wenn Sie dabei überlegen, daß in den meisten Fällen die sich anhäufende Kohlensäure nur erst auf Kosten von atmosphärischem Sauerstoffe entsteht, wie namentlich bei dem Athmen, dem Verbrennen und der Verwesung, so begreifen Sie, daß es nicht mit der blosen Entziehung der aufgehäuften Kohlensäure bei diesem entgegenwirkenden Prozesse abgemacht sein kann, sondern daß dabei gleichzeitig eine Darstellung von Sauerstoff stattfinden müsse, wenn das Gleichgewicht der Bestandtheile der Atmosphäre wiederhergestellt werden, d. h. wenn sie ihren geringen normalen Gehalt an Kohlensäure, sowie ihren größeren normalen Gehalt an Sauerstoff bewahren soll. Wir zeigten schon früher, daß eine Wegnahme der Kohlensäure und eine Darstellung von Sauerstoff im großen Laboratorium der Natur mit Wahrscheinlichkeit nur durch das Leben der Pflanze unter Einwirkung des Lichtes bewirkt werden; es wird Sie daher nicht befremden, wenn ich Ihnen das Leben der Pflanzenwelt als den Prozeß bezeichne, der eine Anhäufung der Kohlensäure unmöglich macht, und zugleich das Erhalten des Sauerstoffgehaltes der

Digitized by Google

Atmosphäre auf seiner ihm zukommenden Höhe vermittelt. Dieses Verhältniß der Pflanzenwelt zur Thierwelt, und umgekehrt, ist es zugleich, auf welches ich Ihre Aufmerksamkeit noch ins Besondere deßhalb lenken möchte, weil es Ihnen die oben schon angedeutete Einsicht in die unendliche Zweckmäßigkeit des Naturhaushaltes zu geben vermag; und wenn Ihnen im Verlaufe unserer Unterhaltungen irgend einmal die Unlust ankommt, meinen Entwickelungen aufmerksam zu folgen (vielleicht, weil Ihnen schwer wird, völlig neue Gegenstände schnell zu fassen, vielleicht auch, weil es Ihnen unangenehm ist, irgend ein altes Vorurtheil aufzugeben), so ersuche ich Sie dringend, sich jedesmal dieser Andeutung so unendlicher Weisheit in der Einrichtung der Natur zu erinnern, und von dieser Erinnerung aus den Muth sich zu erholen, Ihre Unlust so lange zu bekämpfen, bis Ihnen von anderer Seite her, und zwar in wissenschaftlicher Form und mit wissenschaftlicher Beweisführung, die Ueberzeugung des Gegentheiles beigebracht worden ist.

Schließlich möge in Betreff des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre hier noch die Bemerkung Platz finden, daß mit sehr großer Wahrscheinlichkeit die urweltliche Atmosphäre viel reicher an Kohlensäure und viel ärmer an Sauerstoff war, wodurch, allerdings nur unter gleichzeitiger Mitbeachtung noch anderer Umstände, die viel kolossalere urweltliche Flora auf der einen Seite, sowie das Nichtvorhandensein derjenigen Thiergeschlechter, welche eine sauerstoffreiche Atmosphäre zu ihrem Leben bedürfen, auf der anderen Seite (Erscheinungen, die als Thatsachen schon längst wissenschaftlich festgestellt sind) ihre vollständige Erklärung finden. Von dem Kohlenstoffe dieser urweltlichen Kohlensäure, in den Schichten der Erdrinde als Anthracit, Steinkohle und Braunkohle aufgestapelt, machen wir jetzt ebenso guten Gebrauch, wie unserem Wohlbefinden der während des Lebens dieser urweltlichen Flora abgeschiedene Sauerstoff, mit welchem nach und nach die Atmosphäre bereichert wurde, jetzt ebenfalls zu Gute

Digitized by Google

kommt. Wünschen Sie über diesen sehr interessanten Gegenstand ausführlichere Auskunft, so muß ich Sie auf meine Geologie*) verweisen, was ich mit um so besserem Gewissen thun kann, als ich mir bewußt bin, alle Mühe aufgewendet zu haben, um durch gemeinfaßliche Darstellung einem größeren gebildeten Publikum diese herrliche Wissenschaft zugänglich zu machen.

Das Wassergas der Atmosphäre, in Betreff welches ich Ihnen ja schon neulich nachwies, daß es als ein wesentlicher Bestandtheil der Atmosphäre anzusehen sei, weil es darin niemals fehlt, stellt der Beantwortung der Frage, von wo her es denn eigentlich in die Atmosphäre gelange, nicht die geringste Schwierigkeit entgegen, insofern über diesen Punkt nicht nur die Gelehrten unter sich einig sind, sondern indem auch der größte Theil der Laien in dieser Beziehung im Besitze der richtigen Ansicht ist. Es gelangt das Wassergas, wie durch die entscheidendsten Untersuchungen nachgewiesen worden ist, nur in Folge der Verdampfung (Vergasung) des tropfbarflüssigen Wassers von der Oberfläche unserer Erde in die Atmosphäre.

Ich gehe daher ohne Weiteres zum Ammoniake über, und werde mich in Folgendem bemühen, auch den Ursprung dieses Bestandtheiles der Atmosphäre Ihnen ins Klare zu stellen, obschon Sie mir für diesmal gestatten müssen, Einiges als bekannt vorauszusetzen, was erst später seine Erledigung erhalten wird; ich meine nämlich den Prozeß der Fäulniß und Verwesung organischer und ins Besondere thierischer Körper.

Sehen wir uns nämlich nach den möglichen Quellen der Entstehung des Ammoniakes, dieses aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzten gasförmigen Körpers, um, so finden wir zwar, wenn wir uns abermals mit dieser Frage an den Chemiker wenden, daß es deren eine nicht unbedeutende Menge giebt, allein Keine der-

*) Geologie von Alexander Petzholdt. Zweite, durchaus umgearbeitete und stark vermehrte Auflage; mit 68 eingedruckten Holzschnitten. Leipzig 1845.

Digitized by Google

selben ist genügend, die Bildung des Ammoniakes im großen Haushalte der Natur zu erklären, mit Ausnahme der Fäulniß und Verwesung stickstoffhaltiger Körper.

In Folge dieser eben angedeuteten Zersetzungsprozesse, namentlich thierischer Substanzen, erzeugen sich außerordentlich große Mengen von Ammoniak, welche fortdauernd der atmosphärischen Luft beigemengt werden, und ihr Vorhandensein darin ohne besondere Schwierigkeit in allen den Fällen erkennen lassen, wo man die Luft in der unmittelbaren Nähe solcher Bildungsstätten des Ammoniakes auf ihren Gehalt an diesem Körper untersucht, wozu, wenn es auf genauere Ermittelung der Größe dieses Gehaltes nicht ankommt, schon unsere Geruchsorgane vollkommen ausreichen. Ich kann Ihnen die Richtigkeit dieser Behauptung durch ein Beispiel bestätigen, welches ich dem Kreise Ihrer eigenen Erfahrungen entnehme.

Gewiß, meine Herren, ist Ihnen sämmtlich jener besondere Geruch, begleitet von einer Reizung der Augen, welche sie mehr oder weniger unter Wasser setzt, aufgefallen, wenn Sie Ihre Stallungen besuchten; und hätten Sie irgend einmal ein Stückchen des so oft schon erwähnten blauen Georginenpapieres auf einer solchen Stallwanderung mitgenommen, so würden Sie gefunden haben, daß es sich sehr bald grün färbte; ein Experiment, was Sie jeden Augenblick noch nachträglich anstellen können, wobei ich Ihnen jedoch zu bedenken gebe, daß, weil Ammoniak ein flüchtiger Körper ist, diese grüne Farbe in der freien Luft außerhalb des Stalles wieder verschwindet. Die Stallluft erhält aber die soeben bezeichneten Eigenschaften, Ihre Geruchsorgane, Ihre Augen und Ihr blaues Papier zu afiziren, nur in Folge des Ammoniakgehaltes, welcher in ihr größer ist, als in der freien Luft, außerhalb der Stallung. Und wenn ich Ihnen mittheile, daß keine thierische Substanz während ihrer Fäulniß und Verwesung größere Mengen von Ammoniak zu bilden vermag, als der thierische Harn, so kann der Reichthum

Digitized by Google

der Atmosphäre an Ammoniak, so nahe der Quelle, wo dieser Körper entsteht, in keiner Weise befremden. Fortdauernd wird die Stallluft durch frische Luft erneuert, und stets wird auch der erneuerten Luft wieder Ammoniak beigemengt, weil fortwährend Zersetzungsprozesse thierischer Substanzen und in den Ställen vorzugsweise des Harnes vor sich gehen, die Ammoniak erzeugen.

Es sei mir bei dieser Gelegenheit gestattet, Ihnen ein Mittel an die Hand zu geben, den größeren Theil des Ammoniakes der Stallluft zu fixiren, so daß er sich der Atmosphäre außerhalb nicht beimengen und fortgeführt werden kann, welches Mittel in allen den Fällen nicht unersprießlich sein wird, wo Sie vom Stickstoffgehalte des Harnes für die Vegetation einen Nutzen erwarten, wie später im Kapitel der Düngung gezeigt werden soll. Dieses Mittel besteht aber ganz einfach in der Aufstellung von mit Salzsäure gefüllten flachen Geschirren (Schalen) in den Stallräumen, wodurch das Ammoniak, von dem Sie ja wissen, daß es ein alkalischer und somit auch basischer Körper ist (denn wie könnte er sonst das blaue Papier grün färben), angezogen und in salzsaueres Ammoniak verwandelt wird, ein Salz, welches Sie unter dem Namen Salmiak bereits kennen. Ein Experiment wird diesen Vorgang in ein helleres Licht stellen.

Sie bemerken hier eine unten und oben offene Glasglocke, so aufgestellt, daß die atmosphärische Luft dieses Zimmers frei aus- und eintreten kann, welche daher stets mit dieser Luft erfüllt sein wird. Um nun dieser in der Glocke enthaltenen Luft die charakteristischen Eigenschaften der Stallluft zu geben, d. h. sie in eine Luft zu verwandeln, welcher größere Mengen Ammoniak in Gasgestalt beigemengt sind, als dies gewöhnlich mit der Atmosphäre der Fall ist, habe ich nur nöthig, mir eine Quelle von Ammoniak zu verschaffen, welche fortdauernd dieses Gas (so nennt man ja jeden luftförmigen Körper) aushaucht. Dies geschieht aber im vorliegenden Falle dadurch, daß ich eine Auflösung von Ammoniak im

Digitized by Google

Wasser in dieser kleinen Platinschale der freiwilligen Verdunstung unter der Glasglocke überlasse, wodurch, wie Sie sich durch den Geruch und durch ein in die Glocke gebrachtes blaues Georginenpapier überzeugen, Stallluft gebildet wird. Indem ich jetzt eine zweite Platinschale, die jedoch mit Salzsäure gefüllt ist, ebenfalls unter die Glocke stelle, so entgeht Ihnen nicht, wie sich alsbald ein weißer Beschlag an den Rand derselben ansetzt, und geben wir nur eine Viertelstunde Zeit, so hoffe ich, Ihnen eine nicht unbedeutende Menge von Salmiak, aus der Flüssigkeit dieser zweiten Schale dargestellt, vorlegen zu können. (Dies war denn auch wirklich der Fall, indem durch Abdampfung der Flüssigkeit der zweiten Schale eine weiße geruchlose Salzmasse als Rückstand gewonnen wurde, welche man als Salmiak daran erkannte, daß man sie mit gebranntem Kalke zusammenrieb, wobei nach einem schon in der zweiten Vorlesung beschriebenen Prozesse reines Ammoniak entwickelt ward. Uebrigens wurde noch außerdem eine kleine Menge Salzsäure, welche der künstlichen Stallluft der Glasglocke nicht ausgesetzt gewesen war, ebenfalls abgedampft, wobei kein Rückstand blieb, zum Beweise, daß der Salmiak nicht etwa schon vorher in dieser Salzsäure enthalten gewesen.)

Erwägt man nun den Umfang des Prozesses der Fäulniß und Verwesung, nicht nur menschlicher und thierischer Abgänge, sondern auch der gestorbenen Menschen und Thierleiber, sowie der abgestorbenen Pflanzen (die gleichfalls stickstoffhaltige wesentliche Bestandtheile haben, durch deren Fäulniß und Verwesung Ammoniak entsteht), bedenkt man, welche enorme Masse von Ammoniak seit Jahrtausenden nothwendig dadurch erzeugt worden ist, und stellt man damit den verhältnißmäßig so sehr geringen Ammoniakgehalt der Atmosphäre und des Regen- und Schneewassers zusammen, so begreift man, daß eine Ursache vorhanden sein müsse, welche dieser Ammoniakanhäufung fortdauernd entgegenarbeitet. Da man jedoch nicht im Stande ist, in der Natur einen ähnlichen

Digitized by Google

Prozeß der Fixirung des Ammoniakes durch Bildung eines nicht flüchtigen Ammoniaksalzes, wie bei unseren Experimenten mit der Stallluft geschah, aufzufinden, ja auch sich gar nicht einmal darnach umzusehen hat, weil man nirgends auf das Produkt desselben, auf ein Ammoniaksalz, trifft (was jedenfalls, existirte ein solches, in bedeutender Menge nachzuweisen sein müßte), so erscheint die Annahme, daß der in der Natur im großen Maßstabe vor sich gehende Fixirungsprozeß des Ammoniakes auf einer anderen Grundlage als auf einer solchen Salzbildung beruhe, vorläufig wenigstens als eine sehr natürliche. Welcher Vorgang aber es sei, darauf muß ich Ihnen heute, um meinen Entwickelungen nicht vorzugreifen, und um nicht der Gefahr, mißverstanden zu werden, mich auszusetzen, die Antwort schuldig bleiben. Es wird diese Frage später, im zweiten Abschnitte unserer Unterhaltungen, ihre Beantwortung finden; jetzt genügt es, überhaupt nur von der Nothwendigkeit der Existenz eines solchen Vorganges überzeugt zu sein.

Nachdem wir uns, meine Herren, bis jetzt mit den wesentlichen Bestandtheilen der atmosphärischen Luft beschäftigt haben, so sehe ich kein Hinderniß, warum wir uns nicht anderen Gegenständen zuwenden sollten, es wäre denn, daß Sie Verlangen trügen, noch Etwas in Betreff der unwesentlichen Bestandtheile d. h. derjenigen Körper, welche man weder allerwärts, noch zu allen Zeiten in der Luft vorfindet, in Erfahrung zu bringen. Ich vermeine jedoch, Ihrer Wißbegier vollkommen Genüge zu leisten, wenn ich Ihnen nur die Namen derselben mit kurzer Bemerkung des Ortes oder der Art ihres Vorkommens gebe, um so mehr, als Sie später einsehen werden, daß Ihnen zum allgemeinen Verständnisse der chemischen Hauptprozesse in der Pflanze die spezielle Kenntniß dieser Körper, insofern sie irgendwo zufällige Bestandtheile der Luft sein können, gar nicht nöthig ist.

Es gehören aber hierher vor allen Dingen, besonders wenn es längere Zeit nicht geregnet hat, der Staub (eine Menge erdiger

Digitized by Google

Substanzen u. s. w. enthaltend); nach Gewittern die Salpetersäure; die Bestandtheile des Seewassers in der Luft der Küstengegenden, besonders nach vom Meere herkommenden Stürmen, in welchem Falle sie nicht selten sehr weit verbreitet werden können; gasförmige Verbindungen des Kohlenstoffes und des Schwefels mit dem Wasserstoffe, in der Nähe von Sümpfen und anderen stehenden Gewässern u. s. w.; welche Liste noch bedeutend vermehrt werden könnte, wenn anders für unsere Zwecke dadurch Etwas gewonnen würde.

Endlich noch, ehe ich meinen heutigen Vortrag beendige, habe ich Sie auf die sogenannte Diffusion der Gase in Kürze aufmerksam zu machen.

Man versteht aber unter Diffusion diejenige Erscheinung, welcher zu Folge gasförmige Körper sich höchst gleichförmig mit einander mengen, selbst dann, wo man glauben sollte, es sei unmöglich; sie unterscheiden sich dadurch bedeutend von den tropfbaren Flüssigkeiten, wie durch ein Paar Experimente sogleich gezeigt werden soll.

Sie haben jedenfalls schon während der ganzen Zeit unserer heutigen Unterhaltung dieses Glas bemerkt, welches zwei verschiedene Flüssigkeiten, eine blaue und eine farblose, enthält, die beide scharf von einander getrennt sind. Sie werden ohne Zweifel sogleich an das bekannte Experiment denken, wo das leichtere Oel, zu dem schwereren Wasser gegossen, auf dem letzteren schwimmt; und in der That ist denn auch hier im vorliegenden Falle die blaue untere Flüssigkeit (eine Auflösung von Kupfervitriol) die schwerere, auf welcher reines Wasser als leichtere Flüssigkeit schwimmt. Eine Vermengung beider Flüssigkeiten findet also um deßwillen nicht statt, weil ihr Gewicht ein verschiedenes ist. Haben Sie somit erkannt, daß die blaue Flüssigkeit schwerer als Wasser ist, so wird es Ihnen einleuchtend sein, wie es komme, daß in diesem anderen mit Wasser gefüllten Glase ein kleineres mit solcher blauen Flüssig-

Digitized by Google

keit gefülltes Gläschen während dieser ganzen Zeit hat, vom Wasser bedeckt, stehen können, ohne daß eine Vermischung beider Flüssigkeiten stattfand, denn Sie sehen keine Spur einer blauen Färbung des Wassers im größeren Glase. Sie finden dies Alles ganz natürlich, weil den Begriffen nach, welche Sie, meine Herren, von der Schwere der Körper haben, die schwerere Flüssigkeit allemal unten, die leichtere dagegen oben stehen muß.

Wie ganz anders aber verhält sich dies bei den gasförmigen Körpern! — Sie entsinnen sich bestimmt noch der Versuche, die bei Gelegenheit der Untersuchung der Eigenschaften der Kohlensäure während unserer letzten Unterhaltung angestellt wurden, zunächst um Ihnen zu zeigen, daß die Kohlensäure viel schwerer als die atmosphärische Luft sei. Unter anderen darauf bezüglichen Experimenten füllte ich ein Trinkglas mit der schweren Kohlensäure bis zum Rande voll, und stellte es, nachdem ich Sie durch das Verlöschen des Lichtes von dieser Thatsache überzeugt hatte, ruhig bei Seite. (Ich verfuhr also genau so, wie Sie gesehen haben, daß ich heute mit tropfbaren Flüssigkeiten von verschiedener Schwere umgegangen bin.) Voraussichtlich und in Betracht, daß die Kohlensäure viel schwerer ist als die Luft, hätten Sie nun jedenfalls erwarten können, daß, als wir später nach dieser Kohlensäure uns abermals umsahen, wir sie noch im Glase gefunden hätten; allein dem war nicht so. Sie war schon nach einer halben Stunde verschwunden, und ein jetzt eingebrachtes Licht brannte wie in gewöhnlicher atmosphärischer Luft, und hätten wir uns die Mühe nehmen wollen, die Luft im Glase genau zu untersuchen, so würden wir in derselben bestimmt keine größere Menge Kohlensäure angetroffen haben, als in der Luft des Zimmers. Es hatte demnach eine vollständige Vermengung stattgefunden, trotz der großen Verschiedenheit der Gewichte der atmosphärischen Luft und der Kohlensäure, und Sie würden sehr irren, wenn Sie sich etwa der Meinung hingeben sollten, es mache vielleicht nur die atmosphäri-

Digitized by Google

sche Luft und die Kohlensäure eine Ausnahme von der bei den tropfbaren Flüssigkeiten gefundenen Regel; es findet diese Ausnahme bei sämmtlichen gasförmigen Körpern statt, und wird deßhalb bei ihnen zur Regel.

Ich habe wohl kaum nöthig, nach diesen Auseinandersetzungen Ihnen den Grund anzudeuten, weßhalb ich Sie mit diesen Eigenschaften der Gase, mit der Diffusion derselben, bekannt machte, indem Sie auch ohne besonderen Hinweis jedenfalls einsehen werden, daß es nur geschah, um Ihnen zu zeigen, wie es komme, daß die verschiedenen Bestandtheile der Atmosphäre, trotz ihres verschiedenen Gewichtes, dennoch so höchst vollständig mit einander gemischt sind. Sie können zwar zur Erklärung dieser gleichmäßigen Mischung die Winde als veranlassende Ursachen herzuziehen, allein diese bewirken nur schneller, was auch ohne sie jedenfalls eingetreten wäre.

Der Nutzen, der aus dieser Eigenschaft der Gase für die lebenden Wesen erwächst, ist zu sehr in die Augen fallend, als daß ich mich hierbei noch aufhalten sollte; sie werden zu allen Zeiten und an allen Orten denjenigen Bestandtheil in der Atmosphäre vorfinden, den sie darin vorfinden müssen, wenn sie leben sollen; dauernde Ansammlungen des einen oder des anderen Bestandtheiles der Atmosphäre an einem bestimmten Orte sind unmöglich; und wir sind gezwungen, in dieser scheinbar unbedeutenden Eigenschaft der Gase einen Umstand zu erkennen, ohne welchen weder ein Gedeihen der Pflanze, noch ein Wohlbefinden des Thieres auf die Dauer gedacht werden kann.

Ich überlasse es jetzt Ihnen, über diese unendlich zweckdienliche Einrichtung der Schöpfung reiflicher nachzudenken, und erbitte mir Ihre Gegenwart auf das nächste Mal, wo, dem gefaßten Plane gemäß, das Wasser der Gegenstand unserer gemeinschaftlichen Untersuchung sein soll.

Digitized by Google

Vierte Vorlesung.

Das Wasser.

Das chemisch reine Wasser und seine Bestandtheile. — Das Wasser als Auflösungsmittel für viele Körper. — Regen- und Schneewasser. — Das Quell- und Flußwasser. — Das Seewasser. — Das Brunnenwasser.

Das Wasser, als Produkt der chemischen Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff, ist ein chemisch zusammengesetzter Körper, und der Chemiker vermag ebensowohl das Wasser in seine Bestandtheile zu zerlegen, als es aus den genannten zwei gasförmigen Körpern herzustellen. Die ziemlich große Zahl der heute herzugeschafften Apparate ist bestimmt, Ihnen diese Behauptung durch ein Paar Experimente zu beweisen; ehe ich jedoch dazu schreite, erlauben Sie mir noch einige Vorbemerkungen in Betreff des Einen dieser Bestandtheile, des Wasserstoffes, der wahrscheinlich Mehren der Herren, seinen Eigenschaften nach, fremd sein wird. Ich werde mich dabei ziemlich kurz fassen können.

Es ist aber der Wasserstoff (so genannt, weil er das Wasser bilden hilft) in gleicher Weise ein gasförmiger Körper, wie der Ihnen schon bekannte Sauerstoff, Stickstoff u. s. w.; allein er unterscheidet sich von allen übrigen Elementen (so nennt ja der Chemiker alle diejenigen Körper, die er nicht weiter zu zerlegen im Stande ist, die ihm somit als einfach gelten und deren er bereits über 50 kennt) durch seine große Leichtigkeit, indem er nur zum vierzehnten Theile so schwer ist, als die atmosphärische Luft, und ist ausge-

Digitized by Google

zeichnet durch seine Neigung, sich mit Sauerstoff unter Feuererscheinung zu verbinden d. h. zu verbrennen (daher auch sein anderer Name: brennbare Luft), während er selbst das Brennen anderer Körper nicht zu unterhalten vermag. Indem ich daher jetzt aus diesem mit Wasserstoffgas gefüllten Gasometer eine kleine Menge in diesen Luftballon einströmen lasse, so mögen Sie aus dem Aufsteigen desselben die große Leichtigkeit des Wasserstoffes entnehmen, und wenn Sie bemerken, daß ein in diese mit Wasserstoff gefüllte Glasröhre eingebrachter glimmender Holzspahn verlöscht, so erkennen Sie daraus, daß er das Brennen nicht begünstigt. Daß er dagegen selbst zu brennen im Stande ist, davon überzeugen Sie sich, wenn ich dieselbe Glasröhre noch einmal mit neuem Wasserstoffgase fülle, und ihrer nach unten gekehrten Mündung einen brennenden Spahn nähere; der Wasserstoff entzündet sich und verbrennt (während ich die Mündung der Röhre nach oben wende, damit der Wasserstoff aus der Röhre entweichen und mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre sich verbinden kann) mit schwach leuchtender Flamme.

Um nun auf den Hauptgegenstand unserer heutigen Unterhaltung, auf das Wasser, zurückzukommen, so ersuche ich Sie, einmal einen Theil der Erscheinungen zu betrachten, welche in diesem ziemlich verwickelt aussehenden Apparate *) vor sich gehen. Dieser Apparat hat den Zweck, das Wasser in seine zwei Bestandtheile zu zerlegen, und besteht aus einer galvanischen Batterie, welche die dazu nöthige Kraft hergiebt, und aus zwei passend aufgehängten Glasröhren, in denen die Produkte der Wasserzersetzung aufgefangen und gemessen werden. Die Einrichtung der galvanischen Batterie und was sonst noch dazu gehört, um den erzeugten galvanischen Strom in das zu zersetzende Wasser der beiden Glasröhren zu leiten, kann uns hier, als zu weit führend, nicht kümmern, wir

*) Siehe: „Apparat zur Zersetzung des Wassers" im Register.

Digitized by Google

halten uns nur an Dasjenige, was in den Glasröhren vorgeht. Da sehen Sie aber in Jeder derselben eine zahllose Menge der kleinsten Luftbläschen in dem Wasser, womit sie gefüllt sind, in die Höhe steigen und sich am obersten Ende der Röhren ansammeln, wobei es von Ihnen nicht unbeobachtet bleiben kann, daß diese Luftbläschen von einem Drahte ausgehen, dessen eines Ende in das Wasser der Röhren hereinragt, während sein anderes Ende durch passende Vorrichtung mit der galvanischen Batterie zusammenhängt, und zwar so, daß der Draht der einen Röhre mit dem Kupferbleche, der Draht der anderen Röhre mit dem Zinkbleche der Batterie in Verbindung steht. Wollen Sie nun die Menge derjenigen Luft, welche sich bereits am oberen Theile der einen Röhre angesammelt hat, mit Derjenigen der anderen Röhre vergleichen, so finden Sie, daß die erstere nur halb so viel beträgt als die zweite, und wenn wir später diesen Prozeß der Wasserzersetzung unterbrechen, und die Natur der gewonnenen Gase untersuchen, so wird sich ergeben, daß das Erstere reiner Sauerstoff, das Letztere dagegen reiner Wasserstoff ist. (Wie dies in der That auch später geschah.)

Sie haben somit aus diesen Versuchen nicht allein ersehen, daß man das Wasser in seine beiden Bestandtheile zerlegen kann, und wie man zu verfahren habe, um diese Bestandtheile von einander gesondert aufzufangen, sondern es ist Ihnen dadurch gleichzeitig der Beweis geliefert worden, daß das Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff im Verhältnisse von 1 zu 2 (der räumlichen Menge dieser Bestandtheile, nicht aber ihrem Gewichte nach) zusammengesetzt sei. Von dieser letztgenannten Thatsache werden Sie übrigens noch von anderer Seite her sogleich überzeugt werden, wenn ich Ihnen einen Versuch der Wasserbildung vorlege, zu welchem ich mich jetzt wende.

Sie erkennen ohne Zweifel in dem Anderen der hier aufgestellten Instrumente das mit Quecksilber gefüllte Eudiometer wieder,

Digitized by Google

welches wir ſchon früher einmal benutzten, um den Gehalt der atmoſphäriſchen Luft an Sauerſtoff zu prüfen. Ich bringe jetzt Sauerſtoffgas ein, und indem ich die Menge dieſes eingefüllten Gaſes genau meſſe, ſo finde ich, daß er 110 Raumtheile der Eudiometerröhre einnimmt; nachdem dies geſchehen, fülle ich noch Waſſerſtoffgas hinzu, und indem ich wiederum meſſe, wie viel Raumtheile von den beiden Gasarten zuſammen eingenommen werden, ſo finde ich, daß es 415 ſind; ich habe daher 110 Raumtheile Sauerſtoffgas und 305 Raumtheile Waſſerſtoffgas im Eudiometer. Nun wiſſen Sie ſchon aus den früheren mit dem Eudiometer angeſtellten Experimenten, daß durch einen elektriſchen Funken ein Gemenge von Waſſer- und Sauerſtoffgas mit lebhafter Feuererſcheinung entzündet werden kann; indeſſen habe ich es für dieſes Mal vorgezogen, die Verbindung beider Gaſe durch ein Stück Platinſchwamm (dieſelbe Subſtanz, welche in den bekannten Platinfeuerzeugen wirkſam iſt) zu bewirken, um Ihnen eine Gelegenheit zu verſchaffen, auch dieſe Methode kennen zu lernen. Wenn ich daher jetzt dieſes Stück Platinſchwamm unter dem Queckſilber weg in die Glasröhre ſchiebe, ſo ſehen Sie, wie es im Queckſilber aufſteigend endlich zu dem Gasgemenge gelangt, und wie ſogleich unter Verminderung dieſes Gemenges das Queckſilber nachdringt, zum Beweiſe, daß oben ein leerer Raum entſteht. Die Verbindung beider Gaſe geht unter Vermittelung des Platins, welches dabei glühend wird, langſamer als bei elektriſchen Funken, jedoch eben ſo ſicher, von Statten; Sie ſehen auch hier die innere Wandung der Glasröhre mit dem Produkte der chemiſchen Verbindung des Waſſerſtoffes und Sauerſtoffes, mit Waſſer, in Form von Thau beſchlagen; und wenn wir jetzt nachſehen, wie viel von der urſprünglichen geſammten Gasmenge zurückgeblieben iſt, ſo ergiebt ſich, daß es nur noch 85 Raumtheile ſind. Wollten wir nun dieſe 85 Theile Gas unterſuchen, ſo würden wir finden, daß es reines Waſſerſtoffgas iſt, woraus folgt, daß an dem verſchwün-

Digitized by Google

denen d. h. zu Wasser gewordenen Gasgemenge, welches 330 Raumtheile betrug (85 von 415 bleibt 330) jedenfalls 220 Theile Wasserstoffgas Antheil haben mußten, und daß sämmtlicher Sauerstoff (110 Theile) sich mit diesen 220 Theilen Wasserstoff zu Wasser vereinigt hat. Sie erkennen also abermals, daß das Wasser nur in dem Verhältnisse von 1 zu 2 (= 110 : 220) aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sein kann, und ich glaube nicht, daß in Bezug auf diese wissenschaftlich begründeten Thatsachen von Ihrer Seite jetzt noch Zweifel erhoben werden möchten.

Das so aus den Elementen gebildete Wasser, welches man sich auch in größerer Menge darzustellen vermag (obwohl dann andere Vorrichtungen nöthig sind, als das Eudiometer im vorliegenden Falle), ist chemisch reines Wasser. Als solches kommt es aber in der Natur nirgends vor, vielmehr sind ihm fremdartige Stoffe immer beigemengt, und es erscheint daher unseren Zwecken angemessen, die in Folge dieser Beimengungen verschiedenen natürlich vorkommenden Arten des Wassers besonders zu betrachten, wozu ich noch außerdem meine guten Gründe habe, wie ich später bei der Untersuchung des Bodens zeigen werde.

Ehe wir jedoch diese Verschiedenheiten des Wassers, welche es bei seiner chemischen Untersuchung darbietet (von einer physikalischen Verschiedenheit sehen wir hier ganz ab), näher kennen zu lernen suchen, habe ich noch von einer allgemeinen Eigenschaft des Wassers zu sprechen, auf welcher die eben gedachten Verschiedenheiten beruhen. Ich meine nämlich das Vermögen des Wassers, allerlei luftförmige, tropfbarflüssige und feste Körper in sich aufzulösen, wodurch es, je nach der Beschaffenheit der aufgelösten Dinge, von reinem Wasser abweichende und für verschiedene Zwecke sehr wichtige Eigenschaften erhält.

Die Fähigkeit des Wassers, eine große Menge fester Körper in sich aufzunehmen, so daß ihnen dadurch der Zustand der Starr-

Digitized by Google

heit genommen und in Den der Flüssigkeit verwandelt wird, ist Ihnen hinreichend bekannt. Sie alle wissen, daß sich zahlreiche Salze im Wasser lösen können, ebenso wie Sie diese Eigenschaft des Wassers auch in Betreff vieler flüssigen Körper sicher ganz ohne mein Zuthun mit mannigfaltigen Beispielen aus Ihrer eigenen Erfahrung zu belegen im Stande sind. Dagegen wird es Ihnen vielleicht neu sein, wenn Sie erfahren, daß sich das Wasser in gleicher Weise gegen die gasförmigen Körper verhält, welche es ohne Ausnahme, obwohl in verschiedener Menge, verschluckt d. h. auflöst, nur mit dem Unterschiede, daß es um so mehr davon aufnimmt, je kälter das Wasser ist, was bei den festen Körpern mit einigen seltenen Ausnahmen umgekehrt stattfindet. Dem zu Folge darf es Sie nicht befremden, die Bestandtheile der atmosphärischen Luft bei sorgfältiger Untersuchung stets im Wasser vorzufinden, und zu beobachten, daß von Seiten dieses mit den atmosphärischen Bestandtheilen geschwängerten Wassers Erscheinungen hervorgerufen werden, welche man an chemisch reinem Wasser vermißt. So wird, um ein Beispiel anzuführen, der kohlensauere Kalk von reinem Wasser nicht aufgelöst, allein Wasser, welches Kohlensäure (einen atmosphärischen Bestandtheil) aufgelöst enthält, löst kohlensaueren Kalk, und zwar um so reichlicher, je mehr Kohlensäure im Wasser vorhanden ist. Ich werde bei der Verwitterung, welche einen Abschnitt unserer nächsten Unterhaltung bilden soll, auf diesen Gegenstand zurückkommen, und wende mich jetzt zur speziellen Musterung der oben angedeuteten Verschiedenheit des Wassers je nach seinem jedesmaligen Vorkommen. Wir beginnen mit dem Regen- und Schneewasser.

Wenn Sie sich, meine Herren, Dasjenige ins Gedächtniß zurückrufen, was Ihnen in Betreff der einzelnen Bestandtheile der atmosphärischen Luft schon früher mitgetheilt wurde, und die soeben besprochene Eigenschaft des Wassers, gasförmige Körper

Digitized by Google

in sich aufzunehmen, damit zusammenstellen, so wird es Ihnen schon im Voraus wahrscheinlich sein, daß wir bei einer Untersuchung, welche fremdartige Substanzen irgend ein Regen- oder Schneewasser wohl enthalten könne, zunächst auf die gasförmigen Bestandtheile der Atmosphäre treffen müssen, da Regen und Schnee während ihres Falles durch die Luft hinreichende Zeit haben, die Bestandtheile derselben aufzunehmen. Und so ist es denn auch; denn noch immer hat die sorgfältige Untersuchung atmosphärischen Sauerstoff und Stickstoff, sowie Kohlensäure und Ammoniak im Regen- und Schneewasser nachzuweisen vermocht. Wir müssen daher diese aufgelösten Gase als zur Natur dieses Wassers wesentlich gehörend betrachten, während ein nachgewiesener Salpetersäuregehalt des bei Gewittern fallenden Regens für unwesentlich zu halten ist, weil er in gewöhnlichem Regenwasser fehlt. Ebenso verhält es sich mit der bei Abdampfung des Regen- und Schneewassers zurückbleibenden grauen oder schwarzen Substanz, welche nichts Anderes als aus der Luft mit herabgebrachter und derselben mechanisch beigemengter Staub ist; er findet sich besonders reichlich, wenn es lange Zeit nicht geregnet hat, in dem zuerst aufgefangenen und untersuchten Regenwasser. Alle anderen im Regenwasser dieses oder jenes Ortes bisweilen nachgewiesenen Dinge sind zufällig, und können uns hier nicht kümmern. Das Regenwasser hat daher keine festen Körper, welche beim Eindampfen zurückbleiben könnten, sondern nur gasförmige, welche dabei mit entweichen, zu wesentlichen Bestandtheilen, und kann deßhalb nur in Beziehung auf die Abwesenheit der ersteren als reines Wasser bezeichnet werden, wie Sie in den meisten chemischen Handbüchern angegeben finden.

Anders verhält sich die Sache mit dem Quell- und Flußwasser, indem wir bei der Untersuchung dieses Wassers stets auf feste Körper treffen, welche mit den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft gemeinschaftlich in solchem Wasser aufgelöst

Digitized by Google

sind. Denn was das Quellwasser ins Besondere anlangt, so findet man in ihm, außer den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft, worunter namentlich die Kohlensäure zu nennen ist, noch eine Menge Salze gelöst, welche bei dem Abdampfen zurückbleiben und sich als Pfannenstein ansetzen, wenn in einem und demselben Gefäße längere Zeit ein solcher Abdampfungsprozeß mit immer neuen Wassermengen vorgenommen, das Gefäß jedoch nicht jedesmal gereinigt ward. Der Ursprung dieser festen Bestandtheile des Quellwassers ist, wenn man die Entstehung der Quellen bedenkt, nicht weit zu suchen. Das aus der atmosphärischen Luft, auf den Höhen zumal, in Gestalt von Nebel niedergeschlagene Wasser, welches die Eigenschaften des Regenwassers in Folge seiner gleichen Bildungsweise theilt, rinnt bekanntlich, wenn es nicht von etwa vorhandener Vegetation vollständig aufgenommen wird, theils an der Oberfläche der Gebirge und Gesteinsmassen, Wasserrieſel und Bäche erzeugend, herab, theils durchsickert es die Spalten und Klüfte derselben, um als Quellen an tieferen Punkten wieder zum Vorscheine zu kommen. Bei diesem langsamen Durchsickern der Gebirge werden nun ins Besondere unter Vermittelung der Bestandtheile der Atmosphäre eine Menge Salze (natürlich verschieden sowohl der Menge, sowie ihrer chemischen Beschaffenheit nach, je nach der verschiedenen Zusammensetzung der Gebirge) aufgelöst und mit dem Wasser zu Tage gebracht. Das Quellwasser ist daher in chemischer Beziehung als ein mit aufgelösten festen Körpern verbundenes Regenwasser (hartes Wasser) zu betrachten, und unterscheidet sich von dem Flußwasser (weichen Wasser) nur durch die größere Menge der in Auflösung erhaltenen festen und gasförmigen Körper, welche letztere ins Besondere das sogenannte „Perlen" des Quellwassers d. h. das Entwickeln von Luftbläschen, nachdem es geschöpft worden ist, veranlaßt. — Wie? (so werden Sie fragen) das Quellwasser chemisch unreiner, als das Fluß-

Digitized by Google

waſſer? und doch werden die Flüſſe erſt von den Quellen erzeugt? — Allerdings, meine Herren, gelangt das Quellwaſſer in die Flüſſe, allein das Waſſer der zahlloſen Waſſerrieſel und Bäche des Gebirges, das Regen- und Schneewaſſer rinnt gleichfalls den Flüſſen zu und verdünnt das Quellwaſſer in dem Maße, daß die meiſten Salze, die z. B. in einem Lothe Quellwaſſer im chemiſchen Laboratorium ohne Weiteres nachzuweiſen ſind, im Flußwaſſer entweder gar nicht beobachtet, oder nur erſt gefunden werden können, nachdem man viele Pfunde oder Centner deſſelben durch Abdampfen conzentrirt hat. Berückſichtigen Sie alſo dieſe Verdünnung, welche das Quellwaſſer in den Flüſſen ſich gefallen laſſen muß, und beachten zugleich, daß das Waſſer der Bäche und das Regenwaſſer während ſeines meiſt ſchnellen Hinfließens über die Erdoberfläche gar nicht die Zeit hat, viel feſte Körper aufzulöſen, ſo wird Ihnen jetzt der geringe Gehalt des Flußwaſſers an aufgelöſten Subſtanzen ganz in der Ordnung erſcheinen. Von den ſowohl dem Quellwaſſer, ſowie dem Flußwaſſer (dem erſteren ſehr ſelten, dem letzteren dagegen gewöhnlich in größerer und gar häufig in ſehr bedeutender Menge) mechaniſch beigemengten Körpern kann hier, wo uns zunächſt die chemiſchen Verhältniſſe intereſſiren, nicht die Rede ſein. Sie alle, da ſie nicht aufgelöſt ſind, können durch den mechaniſchen Prozeß des Filtrirens von dem Waſſer getrennt werden, und zwiſchen einem Felsblocke, welchen der geſchwollene Gebirgsbach einherwälzt, und dem feinen Schlamme, der ſich aus vollkommen hellem Flußwaſſer oft erſt nach vielen Tagen ruhigen Stehens abſetzt, vermag der Chemiker in den ſeltenſten Fällen einen anderen Unterſchied zu finden, als Den der Größe.

Alles Waſſer der Erdoberfläche, mit Ausnahme deſſen, welches auf ſeinem Wege dahin verdunſtet, d. h. als unſichtbares Waſſergas in die Atmoſphäre aufſteigt, gelangt endlich ins Meer, wohin es denn auch ſämmtliche aufgelöſte Körper (feſte wie gas-

Digitized by Google

förmige) mitnimmt, während es die mechanisch beigemengten Substanzen gewöhnlich vor seinem Ergießen in dasselbe oder doch bald nachher (aus hier nicht weiter zu erörternden Ursachen) fallen läßt. Da nun von der Oberfläche des Meeres fortdauernd die größten Mengen Wasser verdampfen, während die Salze zurückbleiben, so begreifen Sie, daß das Meer im Laufe der Zeit immer salziger werden müsse, und zwar um so mehr, je kleiner ein solches Meer ist, je lebhafter die Verdampfung stattfindet und je größer die Flüsse und Ströme sind, welche ihr Wasser in dasselbe ergießen, oder je salziger deren Wasser ursprünglich ist. Das Meerwasser unterscheidet sich daher nicht wesentlich, sondern nur dem Grade nach in Folge seines größeren Salzgehaltes von dem Flußwasser (die Bezeichnung „salziges Wasser" für Seewasser und „süßes Wasser" für Flußwasser ist Ihnen vollkommen bekannt); und wir können uns denken, daß in Folge einer irgendwo stattfindenden Erdsenkung durch Ansammlung von Flußwasser in dieser Vertiefung, von wo es nicht abfließen, sondern nur verdampfen kann, endlich dort ein See mit Salzwasser entstehen müsse, wozu ich Ihnen eine Menge wirklich vorhandener Beispiele nachweisen könnte, dafern es unsere Zeit hier gestattete, und dafern Sie sich nicht mit dem bloßen Anführen des kaspischen Meeres, des todten Meeres, des Elton-Sees und der übrigen sogenannten Salzseen als Belege begnügen wollen. Ich muß bedauern, daß uns das Meerwasser als Gegenstand einer besonders ausführlichen Betrachtung hier nicht nahe genug liegt, indem ich Ihnen mit Zuziehung geognostischer Beobachtungen und geologischer Folgerungen wahrscheinlich zu machen im Stande wäre, daß ein Theil des Salzgehaltes des Meerwassers durch die vulkanische Thätigkeit der festen Erde wieder zugeführt werde, und daß somit auch in dieser Beziehung eine ewige Zirkulation der Materie stattfinde, wie eine solche ja schon in Betreff des Wassers selbst, sowie der

Digitized by Google

Bestandtheile der Atmosphäre theils schon im Vorhergegangenen nachgewiesen worden ist, theils in dem später Folgenden noch nachgewiesen werden soll.

Ehe wir uns jedoch neuen Gegenständen zuwenden, mag noch die Kohlensäure als Bestandtheil des Wassers und namentlich des Quellwassers einen Augenblick unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, insofern sie gar wichtige Erscheinungen zu veranlassen vermag. Schon früher, meine Herren, machte ich Sie darauf aufmerksam, daß sie im Stande sei, die Auflösung von in reinem Wasser unlöslichen Körpern durch ihr Vorhandensein im Wasser zu vermitteln, und führte Ihnen als bemerkenswerthes Beispiel den kohlensaueren Kalk an, welchem ich hier noch die kohlensauere Bittererde und das kohlensauere Eisenoxydul (die chemische Verbindung des Eisens mit weniger Sauerstoff, als im Eisenroste, dem sogenannten Eisenoxyde, enthalten ist) anreihe. Da nun alle drei Körper, und besonders das genannte Kalksalz (schlechthin Kalk oder Kalkstein genannt), auf der Erde fast überall vorkommen, so darf es Sie nicht wundern, sie als gewöhnliche Bestandtheile des Quell- und Brunnenwassers stets anzutreffen, da dieses Wasser stets Kohlensäure enthält, und zwar treffen wir sie unter sonst gleichen Umständen in um so reichlicherer Menge an, je größer der Kohlensäuregehalt des Wassers ist. Ferner aber muß ich Ihnen in Betreff der Kohlensäure mittheilen, daß sie selbst sich in um so größerer Menge in Wasser auflöst, unter einem je größeren Drucke oder bei je größerer Kälte diese Auflösung geschieht, und daß diese Verbindung der Kohlensäure mit dem Wasser theilweise oder gänzlich aufgehoben wird, wenn der Druck nachläßt oder Erwärmung eintritt, indem unter solchen Umständen die Kohlensäure in Gasform entweicht. Alles, was daher vermittelst dieser Kohlensäure im Wasser aufgelöst war, fällt deßhalb, weil die Vermittlerin fortgeht, als im Wasser ferner nicht mehr löslich, zu Boden,

Digitized by Google

nicht selten kalkige oder eisenhaltige Ueberrindungen jener Dinge, z. B. der Steine, bildend, die in einer solchen Quelle oder im Bette eines von solchen Quellen erzeugten Baches liegen, wobei ich Sie nur an den bekannten Sprudelstein zu erinnern brauche, um der Anführung jedes weiteren Beispieles überhoben zu sein. Da nun bei allen Quellen, sie mögen vorkommen, wo sie wollen, nach ihrem Hervorsprudeln immer der vorher auf das Wasser und auf die damit verbundene Kohlensäure lastende Druck vermindert wird, ja da in der Mehrzahl der Fälle sogar eine Erwärmung des Wassers eintritt, indem wenigstens bei uns während des Sommers das Flußwasser wärmer ist, als das Quellwasser, so darf man sich nicht überrascht fühlen, wenn der Gehalt des Flußwassers an solchen nur mittels der Kohlensäure löslichen Salzen geringer ist, als Der der Quellen; ein Umstand, welcher bei Untersuchung des Flußwassers auf Kalkgehalt nicht außer Acht zu lassen ist.

Schließlich erlauben Sie mir noch, daß ich Ihnen durch einige Zahlen einen ungefähren Begriff von dem Gehalte der verschiedenen Wässer in Betreff der aufgelösten Salze gebe, wobei ich nur bemerke, daß zwar die mitzutheilenden Resultate sich auf wirklich theils von mir selbst, theils von Anderen ausgeführte chemische Untersuchungen stützen, daß jedoch der besseren Uebersicht wegen nur runde Summen genommen wurden, indem es ja auf kleine Bruchtheile bei dieser Uebersicht gar nicht ankommt.

Es enthält aber das Elbwasser	in	10000	Theilen	3	Theile	Salz	gelöst.
Das Weiseritzwasser (am Einflusse in die Elbe)	"	"	"	3	"	"	"
Das Wasser des Lämmchenbrunnens *)	"	"	"	3	"	"	"

*) Dieser Brunnen, sowie die fünf folgenden sind Brunnen der Stadt Dresden. Die drei ersten sind arm an Kohlensäure, die drei letzten dagegen besitzen mehr als die doppelte Menge davon; im Durchschnitte enthalten näm-

Digitized by Google

Das Waſſer des Queckbrunnens	in 10000	Theilen		2	Theile	Salz	gelöſt.
Das Waſſer des Schloßbrunnens	"	"	"	3	"	"	"
Das Waſſer des Kreuzbrunnens	"	"	"	7	"	"	"
Das Waſſer des Brunnens vor dem Hôtel de Saxe	"	"	"	10	"	"	"
Das Waſſer des Brunnens vor der Salomonisapotheke	"	"	"	13	"	"	"
Das Meerwaſſer im Durchſchnitte	"	"	"	400	"	"	"
Das Waſſer des todten Meeres	"	"	"	2600	"	"	"
Das Waſſer des Elton-Sees im ſüdlichen Rußland	"	"	"	3000	"	"	"

Als Summe unſerer heutigen Beſprechung, um dies noch ganz ausdrücklich zu bemerken, gilt die Feſtſtellung des Satzes, daß chemiſch reines Waſſer in der Natur nicht vorkomme, daß das reinſte, das Regenwaſſer, die gasförmigen Beſtandtheile der Atmoſphäre, das Quell- oder Flußwaſſer dagegen außer dieſen noch eine Menge Salze gelöſt enthalte, und daß das Meerwaſſer ſich nur durch die Größe dieſes Salzgehaltes davon unterſcheide.

---

lich 10 Pfund der erſteren nur $\frac{7}{10}$ Kubikzoll, 10 Pfund der letzteren aber $1\frac{6}{10}$ Kubikzoll Kohlenſäure.

Digitized by Google

Fünfte Vorlesung.

Der Boden.

Die Bestandtheile des Bodens. — Entstehung des Bodens. — Der Prozeß der Verwitterung. — Frost. — Wirkung der Kohlensäure. — Wirkung des Sauerstoffes. — Phosphorsauere Salze.

Ehe ich mich mit der näheren Untersuchung des Bodens, des Gegenstandes unserer heutigen, sowie der nächsten Abendunterhaltung, befasse, halte ich es für nothwendig, mit ein Paar Worten noch einmal auf meine in der Einleitung zu diesen Vorlesungen aufgestellte Behauptung zurückzukommen, daß nämlich der Boden für das Leben der Pflanzenwelt im Allgemeinen kein wesentliches Bedingniß abgebe, wenigstens kein solches, wie die atmosphärische Luft und das Wasser. Ich halte eine abermalige Berührung dieses Gegenstandes für um so wichtiger, als mir keineswegs unbekannt geblieben ist, daß nicht Wenige von Ihnen meine damalige Behauptung für gewagt, ja Einige sogar für völlig unbegründet und abgeschmackt erklärt haben. „Wenn," so entgegneten Sie, „die Kartoffel, die Gerste, die Fichte u. s. w. zu ihrer Entwickelung und zu ihrem Gedeihen des Bodens wesentlich bedarf, so ist es offenbar unzulässig, von dem Boden als von einem unwesentlichen Bedingnisse des Pflanzenlebens zu sprechen." Ich denke mit wenig Mühe Ihnen das Irrthümliche einer solchen Schlußfolgerung nachzuweisen. Dafern Sie nämlich im Stande wären, nachzuweisen, daß nur die genannten und meinetwegen noch 30000 und noch mehr

Digitized by Google

andere Pflanzenspezies auf den Namen einer Pflanze Anspruch machen können, weil sie zur Stoffaufnahme bestimmte Wurzeln in den Boden senden, daß somit nur in einer diesen Anforderungen entsprechenden Wurzel das Wesen der Pflanze begründet sei, so hätten Sie in Betreff der Begründung Ihrer Schlußfolgerung vollkommen recht. Allein da eine, wenn auch nicht der Zahl ihrer Spezies, doch ihrer Masse nach wahrscheinlich ebenso bedeutende Vegetation, Die der Conferven und Seetange, existirt, die theils solcher Wurzeln, theils jeder Art von Wurzel entbehren, die mithin selbst in den Fällen, wo sie dem Boden angewachsen sind, ihm dennoch nichts entziehen, so ist klar, daß, wenn ich die Glieder dieser letztgenannten Vegetation nicht etwa von der Pflanzenwelt ausschließen will (was Niemandem bis jetzt eingefallen ist, noch jemals einfallen wird), ich jedenfalls nach anderen Kennzeichen einer Pflanze mich werde umsehen müssen, als nach dem der Wurzel entnommenen, da dieses Kennzeichen, wie soeben gezeigt wurde, nicht allen, sondern nur einigen Pflanzen zukommt. Es kann natürlich hier nicht der Ort sein, den Begriff von Pflanze richtig zu definiren, indem es für meine Zwecke vollkommen hinreicht, das Unlogische und mithin Falsche des von Ihnen aufgestellten Begriffes von Pflanze und Ihrer daraus entlehnten Schlußfolgerung nachgewiesen zu haben; denn, um es nochmals zu wiederholen, wenn es Pflanzen giebt, die überhaupt keine oder doch keine zur Stoffaufnahme fähigen Wurzeln besitzen und keines Bodens (in der agronomischen Bedeutung dieses Wortes) zu ihrer vollkommenen Entwickelung bedürfen, so liegt auf der Hand, daß für die Pflanze im Allgemeinen weder Wurzel noch Boden ein wesentliches Bedingniß ihres Lebens sein könne, trotzdem daß gewissen Pflanzen Wurzel und Boden absolut nothwendig sind.

Selbst die anderwärts so beliebte Redensart, Pflanzen ohne zur Stoffaufnahme fähige Wurzeln und ohne das Bedürfniß eines festen zur Stoffdarreichung geeigneten Bodens seien Ausnahmen

Digitized by Google

von der Regel, hält hier nicht Stich, indem man bei der ungeheueren Verbreitung des großen Geschlechtes der Wasserpflanzen, insbesondere der Seepflanzen, nach den zuverlässigsten Berichten der Seefahrer, billig die Frage aufwerfen kann, ob man nicht vielleicht umgekehrt jene Pflanzen, welche zur Stoffaufnahme aus dem Boden bestimmte Wurzeln besitzen und somit den Boden als stoffdarbietend brauchen, als Ausnahmen von der Regel betrachten könne, welcher zu Folge der bei Weitem größere Theil der Pflanzen weder Wurzel noch Boden braucht. So neu und überraschend Ihnen auch diese Ansicht immerhin sein mag, so wahr ist sie trotzdem, und weder die Anatomie noch Physiologie der Pflanzen erhebt dagegen Einspruch, Wissenschaften, welche doch vor allen Dingen befragt werden sollten, wenn es sich um Erledigung solcher Fragen, wie die eben aufgeworfene, handelt, ob nämlich Wurzel und Boden zum wesentlichen Bedürfnisse des Pflanzenlebens im Allgemeinen gehören.

Nichts desto weniger aber wird die Untersuchung des Bodens unsere Aufmerksamkeit in vollem Maße in Anspruch nehmen müssen, weil sämmtliche Kulturpflanzen zu denjenigen Pflanzen gehören, die vermittelst ihrer Wurzeln gewisse ihnen unentbehrliche Stoffe dem Boden entziehen und in sich aufnehmen, wie später ausführlich erörtert werden soll.

Ohne uns nun hier auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens, den man wohl auch nach seiner obersten für die Kultur brauchbaren Schicht schlechthin mit dem Namen der Ackerkrume, Ackererde oder Dammerde bezeichnet, weiter einzulassen, als auf einen Gegenstand, mit welchem es der Chemiker nicht zu thun hat, so wenden wir uns sogleich den Bestandtheilen des Bodens zu, und erforschen dabei deren Entstehung, weil nur so, meiner Ueberzeugung nach, eine richtige Ansicht der Wichtigkeit des Bodens für das Leben der Kulturpflanzen gewonnen werden kann.

Die Bestandtheile eines allgemein als gut anerkannten Bo-

Digitized by Google

dens lassen sich aber in drei verschiedene Rubriken bringen, denn theils sind es eine Menge mehr oder weniger feine zerriebene Mineralien, theils sind es verschiedene im Wasser mehr oder weniger leicht lösliche Salze mit Einschluß von etwas ebenfalls im Wasser löslicher Kieselsäure, theils endlich sind es im Zustande der Zersetzung begriffene organische, hauptsächlich Pflanzensubstanzen, die man im Allgemeinen mit dem Namen Humus bezeichnet hat. Man kann deßhalb auch füglich die ersten Beiden unter dem gemeinschaftlichen Namen der unorganischen Bestandtheile zusammenfassen, weil sie ihren Ursprung von den unorganischen Dingen, nämlich von den Gebirgen unserer Erde entlehnen, durch deren Zersetzung sie einst entstanden und noch fortwährend entstehen. Man nennt diesen Zersetzungsprozeß der Gebirgsmassen „Verwitterung", und er ist es, mit welchem wir heute eine nähere Bekanntschaft zu machen beabsichtigen.

Unter Verwitterung, meine Herren, haben Sie sich den Komplex sämmtlicher Erscheinungen zu denken, welche unter Einwirkung der Kohlensäure, des Sauerstoffes und des Wassers auf das feste Gestein statthaben, mit dessen Zerstörung sich dieselben endigen. Diese Erscheinungen lassen sich im Allgemeinen aus einem doppelten Gesichtspunkte, aus dem mechanischen und chemischen, betrachten, und obwohl diese Trennung in der Natur nirgends wirklich vorkommt, so zwingt uns doch die Nothwendigkeit, ein möglichst klares Bild dieser Vorgänge zu gewinnen, zu einer solchen Scheidung.

Was nun zunächst den mechanischen Theil der Verwitterung anlangt, so macht er sich vor allen Dingen durch ein Zersprengen des noch festen Gesteines in Folge des Frierens von Wasser geltend. Ihnen allen ist bekannt, daß das Wasser, wenn es durch den Frost in Eis umgewandelt wird, sich bedeutend ausdehne, und Sie haben sicher aus Ihrer eigenen Erfahrung hinreichende Belege zur Hand, um zu wissen, daß diese Ausdehnung mit großer Kraft erfolge, wodurch außerordentliche Wirkungen erzeugt werden können. Denken Sie sich nun ein Gestein, mit einer Menge der zar-

Digitized by Google

testen Spalten und Klüfte durchzogen (ein in der Wirklichkeit sehr gewöhnlicher Fall), lassen Sie ferner alle diese Klüfte mit Wasser erfüllt sein, und dieses Wasser endlich zu Eis erstarren, so ist klar, daß der Erfolg ein Auseinandertreiben und nach dem späteren Schmelzen des Eises ein Zerfallen des vorher festen Gesteines sein müsse. Ein solcher Prozeß findet aber in der That in allen Gebirgen und zwar in um so größerem Maßstabe statt, je nakter der Fels zu Tage steht, und je mehr er mithin der atmosphärischen Feuchtigkeit und dem abwechselnd einwirkenden Gefrieren und der Schmelzung des in seinen Klüften eingedrungenen Wassers ausgesetzt ist. Fortdauernd wird auf diese Weise ein mechanisches Ablösen der Felsmassentheile in Gestalt feinen Gruses oder gewaltiger Blöcke erzeugt, die, sausend der Tiefe zustürzend, dort der gleichen Einwirkung fortgesetzt unterliegen, und das Hauptmaterial abgeben, welches die Gebirgswässer den Ebenen zuführen, wo sie dasselbe nach Beruhigung ihres stürmischen Laufes als Geröll, Sand und Schlamm absetzen. Es bedarf wohl kaum der besonderen Bemerkung, daß diese Art von Verwitterung nur der arktischen und gemäßigten Zone zukommt, obschon sie auch für die tropischen Länder in allen jenen Fällen nicht ausgeschlossen bleibt, wo sich das verwitternde Gebirge zu einer bedeutenden Höhe in die kälteren Regionen der Atmosphäre emporhebt.

Den chemischen Theil der Verwitterung betreffend, so ist vor Allem die Einwirkung der Kohlensäure der atmosphärischen Luft auf die Mehrzahl der Bestandtheile der Gebirgsmassen ins Auge zu fassen, ein Vorgang, der trotz seiner Langsamkeit und scheinbaren Unbedeutsamkeit dennoch die großartigsten Wirkungen hervorruft, da er zu allen Zeiten und unter allen Zonen statt hat. Erlauben Sie mir, daß ich auf seine nähere Betrachtung eingehe, um so mehr, als Ihnen später ersichtlich werden wird, daß ohne denselben eine Entwickelung der Pflanze, sei es, welche es wolle, nicht gedacht werden kann.

Digitized by Google

Bekanntlich theilt man sämmtliche auf unserer Erdoberfläche vorkommenden Gebirgs- und Gesteinsmassen in solche, deren Entstehung einem Absatze aus Wasser zugeschrieben werden muß, und in solche, bei deren ursprünglicher Bildung Hitze Antheil hatte, wodurch ihr Material in den Zustand der Schmelzung versetzt wurde, aus welchem es nur durch spätere Abkühlung in den Zustand der Starrheit, in dem wir es jetzt als festes Gestein vorfinden, übergeführt werden konnte. Je nachdem man nun den Gesichtspunkt verschieden wählte, von welchem aus man diese beiden großen Hauptgruppen unserer Gebirgsmassen betrachtete, so ertheilte man ihnen verschiedene Namen, die uns jedoch für unsere Zwecke sehr gleichgiltig sein können, indem wir hier nur den Umstand im Auge zu behalten brauchen, daß die aus Wasser abgesetzten Gebirge nicht hätten entstehen können, wenn nicht ihr Material im Wasser enthalten gewesen wäre, und daß dieses Material im Wasser nicht enthalten sein konnte, wenn nicht die durch Hitze ursprünglich gebildeten Gebirge theilweise zerstört worden wären, und daß endlich eine solche Zerstörung eine Ursache haben mußte, welche Ursache wir im Wesentlichen nur in der Verwitterung d. h. in der Einwirkung der Bestandtheile der Atmosphäre auf die festen durch Hitze entstandenen Urgebirge zu erkennen haben. Die Geologie weist mit Entschiedenheit nach, daß sich dies Alles in der Vorzeit wirklich so verhielt, wie ich es Ihnen soeben andeutete. Es fand in der Urzeit Verwitterung ebenso gut statt, wie heut zu Tage, nur mit dem Unterschiede, daß dieser Prozeß rascher von Statten ging, als jetzt, zunächst weil in der Vorzeit gewisse Säuren als Bestandtheile der urweltlichen Atmosphäre an der Verwitterung Antheil hatten, die heut zu Tage in der Atmosphäre nicht mehr vorhanden sind.

Mögen Sie nun, meine Herren, aus dem Gesagten entnehmen, was Sie wollen, so viel bleibt gewiß, daß das aus Wasser abgesetzte Gestein seine Entstehung nur der Zerstörung der

Digitized by Google

auf feurigem Wege entstandenen Gebirgsmassen verdankt, und daß man keine Ursache kennt, welche kräftiger das Gestein zu zerstören im Stande ist, als die Verwitterung, und zwar den durch die chemische Wirkung der Bestandtheile der Atmosphäre hervorgerufenen Theil derselben. Noch immer aber können wir uns nicht zu der wirklichen Betrachtung dieses Vorganges und namentlich zu der Begutachtung der chemischen Wirkung der Kohlensäure auf das Gestein wenden, bevor wir uns nicht vorher mit den chemischen Eigenschaften der Bestandtheile der Gesteine, wenigstens ganz im Allgemeinen, bekannt gemacht haben.

Es ist Ihnen sicher nicht fremd geblieben, daß so ziemlich ohne Ausnahme das Material, aus welchem die nicht aus Wasser abgesetzten Gebirge aufgebaut sind, ein verschiedenartiges ist, d. h. daß man an einem abgeschlagenen Steine schon mit bloßen Augen verschiedene Bestandtheile zu erkennen vermag, und daß diese Verschiedenheit um so größer wird, je mehr andere Hilfsmittel man anwendet, um nach solchen Unterschieden zu forschen. Man unterscheidet auf solche Weise das Zusammenvorkommen von Mineralien, die nicht selten die größten Verschiedenheiten in Betreff der Farbe, des Glanzes, der Härte, der Krystallisation, der Schwere und, was nicht befremden wird, ihrer chemischen Zusammensetzung bemerken lassen, und hat nach Maßgabe solcher gemeinschaftlichen Vorkommnisse verschiedener zu Gesteinen fest mit einander verbundener Mineralien diesen Gesteinen verschiedene Namen beilegt. So nennt man z. B. eine mechanische Verbindung von Quarz, Feldspath und Glimmer, also von drei ganz verschiedenen Mineralien, Granitgestein; die Verbindung von Feldspath und Hornblende, wiederum zwei verschiedene Mineralien, nennt man Syenit u. s. w. Sieht man sich jedoch auf der anderen Seite nach gewissen, in chemischer Beziehung gemeinschaftlichen Kennzeichen dieser sonst so verschiedenen Gebirgsbestandtheile um, so verkennt man nicht, daß die große Mehrzahl derselben aller-

Digitized by Google

dings ein solches, und zwar ein sehr durchgreifendes besitzt, indem dieselben nämlich chemische Verbindungen der Kieselsäure mit verschiedenen Basen bilden. Diese Verbindungen der Kieselsäure mit verschiedenen Basen, die Sie, dem früher Mitgetheilten zu Folge, als Salze zu betrachten haben, insofern Sie ja wissen, daß ein Salz das Produkt der chemischen Verbindung irgend einer Säure mit einer Basis ist, bezeichnet man mit dem Namen der „Silikate" (einem Worte, das, von silex der Kiesel, oder silicia die Kieselsäure abgeleitet, eben nichts Anderes bedeuten soll, als Salze, deren Säure die Kieselsäure ist), und diese Silikate sind es, welche unter der Einwirkung der Kohlensäure der atmosphärischen Luft zersetzt werden, oder mit anderen Worten, welche verwittern.

Um eine vollständige Einsicht in diesen sehr einfachen chemischen Prozeß zu gewinnen, muß ich Sie vor allen Dingen darauf aufmerksam machen, daß die Kohlensäure eine außerordentlich große Neigung besitzt, sich mit denjenigen Basen, welche sich im freien unverbundenen Zustande im Wasser auflösen können, und welche deshalb, wie dies schon weiter oben erörtert wurde, einen eigenthümlichen, den sogenannten „alkalischen" Geschmack zeigen, chemisch zu kohlensaueren Salzen zu verbinden, und daß die Kohlensäure diesem Streben selbst dann Folge leistet und kohlensauere Salze erzeugt, wenn diese Basen, die man wohl auch Alkalien und alkalische Erden nennt, mit der Kieselsäure verbunden als kieselsauere Salze (Silikate) vorliegen. Natürlich wird dabei die Kieselsäure in Freiheit gesetzt, und es hängt von den Umständen ab, ob sie an der Stelle, wo diese Zersetzung vor sich ging, bleibt, oder ob sie vom Wasser, in welchem sie sich in frisch ausgefälltem Zustande sogar auflösen kann, fortgeschafft und anderwärts wieder abgesetzt wird. Ein Versuch mag Ihnen beweisen, daß solche Silikate wirklich durch Kohlensäure zersetzt werden können.

Man ist im Stande, kieselsauere Salze auch künstlich dar-

Digitized by Google

zustellen, und es befinden sich darunter einige, die, allerdings sehr seltene Fälle, sich im Wasser aufzulösen vermögen. Die Auflösung eines solchen Silikates, und zwar des kieselsaueren Kalis, welches wohl auch den Namen „Wasserglas" führt, weil es als ein im Wasser lösliches Glas betrachtet werden muß, sehen Sie hier in diesem Glasbecher, und indem ich jetzt auf geeignete Weise Kohlensäure durch diese Auflösung hindurchstreichen lasse, so werden Sie alsbald eine große Veränderung in der wasserhellen Auflösung des Silikates vor sich gehen sehen. Die Flüssigkeit wird sich anfangen zu trüben, die Trübung wird immer stärker werden, dabei nimmt die Flüssigkeit an Konsistenz zu, und erschwert ihrer Zähigkeit oder Steifheit wegen der Kohlensäure den Durchgang; es ist endlich Alles zu einer festen gallertartigen Masse geworden, und ich kann das Gefäß umstürzen und schütteln, ohne befürchten zu müssen, daß Etwas herausfällt. (Erscheinungen, die sämmtlich in der beschriebenen Weise wahrgenommen wurden.) Hiermit haben Sie aber, meine Herren, einen chemischen Prozeß beobachtet, der sich in der That von der Verwitterung eines in der Natur als Gebirgsbestandtheil vorkommenden Silikates durch Nichts unterscheidet, als durch die Schnelligkeit, womit er vollendet ward, denn in beiden Fällen, bei dem langsamen in der Natur vor sich gehenden Verwitterungsprozesse sowohl, wie bei dem soeben künstlich angestellten, ist die Zersetzung des kieselsaueren Salzes, so daß sich ein kohlensaueres Salz bildet, und die Kieselsäure in Freiheit gesetzt wird, das Wesentliche. Im vorliegenden Falle hat sich kohlensaueres Kali, ein im Wasser sehr leicht löslicher Körper, erzeugt, und die ausgeschiedene Kieselsäure, vor der Hand noch mit Wasser verbunden, stellt sich als gallertartiger Körper dar, der als solcher das gebildete kohlensauere Kali mechanisch mit seiner Masse umschließt. In dem Zustande, in welchem sie sich jetzt noch befindet, ist sie in vielem Wasser löslich, allein nach und nach

Digitized by Google

verliert sie den größten Theil desjenigen Wassers, mit welchem sie zu Kieselgallerte verbunden ist, und geht dadurch in einen Zustand über, in welchem sie fernerhin nicht mehr vom Wasser aufgelöst werden kann; sie wird, wenn man nur recht lange wartet, zu Stein, und kann, wie dies bestimmte Beobachtungen gelehrt haben, von in der Natur vorkommenden Mineralien nicht unterschieden werden, wobei es gewiß nicht uninteressant ist, zu wissen, daß eben diese natürlich vorkommenden Mineralien in derselben Weise durch schnelle Verwitterung eines Silikates, d. h. durch kräftige Einwirkung von Kohlensäure auf kieselsauere Salze entstanden sind.

Nach diesen Vorbemerkungen komme ich abermals auf die in der Natur vorkommenden Silikate, welche die vorwaltenden Bestandtheile der Urgebirge sind, zurück, und bemerke Ihnen zunächst, daß Keines derselben so einfach zusammengesetzt ist, wie das von mir zum Beispiele einer schnellen Zersetzung durch Kohlensäure gewählte Wasserglas; sie besitzen vielmehr eine viel verwickeltere Zusammensetzung, und zwar in der Art, daß z. B. mit einer bestimmten Menge eines Kalisilikates (so nennt man ja ein kieselsaueres Salz, welches Kali zur Basis hat) eine ebenfalls bestimmte Menge eines Thonerdesilikates (zu deutsch kieselsauere Thonerde) zu einem neuen Körper verbunden ist, welchen man, weil er die chemische Vereinigung zweier Salze darstellt, ein „Doppelsalz" nennt.

Ich fühle wohl, daß Ihnen der Begriff, welchen Sie mit dem Worte „Salz" in Zukunft zu verbinden haben, einigermaßen ungeläufig sein wird, weil er von der Idee, die sich die Meisten von Ihnen bisher von einem Salze machten, zu abweichend ist, und ich erlaube mir daher, ein Paar Worte zur besseren Verständigung hier noch einzuschalten. Ich wiederhole also, was ich schon früher und auch heute wieder bemerkte, daß nämlich unter Salz allemal die chemische Verbindung irgend einer

Digitized by Google

Säure mit einer Basis zu verstehen ist, und daß der salzige Geschmack keineswegs, wie Sie wahrscheinlich bisher der Meinung gewesen sind, das sichere Kennzeichen eines Salzes sein kann, weil er einer zahlreichen Klasse von Salzen gänzlich abgeht, nämlich allen denjenigen, die im Wasser unlöslich sind. Es findet also hier ganz dasselbe Verhältniß wie bei den Säuren statt, unter denen sich ebenfalls eine nicht geringe Anzahl vorfindet, die keineswegs sauer schmecken, und zwar ebenfalls nur, weil sie im Wasser und somit auch im Speichel nicht löslich sind. Ferner aber mache ich Sie darauf aufmerksam, daß nicht alle Salze nur aus einer Säure und einer Basis zusammengesetzt sind, sondern daß sie sich unter einander wiederum zu noch mehr zusammengesetzten Salzen verbinden können, woraus, wenn sich ein einfaches Salz mit einem zweiten ebenfalls einfachen Salze vereinigt, ein sogenanntes Doppelsalz entsteht, aus welcher Klasse von Salzkörpern Sie sämmtlich Eines wenigstens dem Namen nach kennen, ich meine den Alaun; er ist die Verbindung zweier schwefelsaueren Salze, der schwefelsaueren Thonerde und des schwefelsaueren Kalis. Ebenso verhält es sich nun auch mit den Silikaten; auch sie können sich zu Doppel- und noch mehrfach zusammengesetzten Salzen verbinden, und solche zusammengesetzte Salze sind es ohne Ausnahme, welche die fraglichen Mineralien bilden, die wir als wesentliche Bestandtheile der Gebirgsmassen antreffen. Es muß dieser Umstand von Ihnen gekannt sein, wenn Sie den Verwitterungsprozeß gehörig würdigen wollen, wie ich Ihnen sogleich zeigen werde.

Die Kohlensäure zersetzt nämlich nur diejenigen Silikate, deren Basen eine solche Beschaffenheit besitzen, daß sie mit der Kohlensäure kohlensauere Salze zu geben im Stande sind; alle anderen Silikate dagegen, mit deren Basen sie keine Verbindung einzugehen vermag, läßt sie unverändert. Es können somit nur die ersteren verwittern.

Digitized by Google

Wenn ich Ihnen nun mittheile, daß die als wesentliche Bestandtheile der Gebirgsmassen auftretenden Silikate nur Verbindungen der Kieselsäure mit Thonerde, Eisenoxyd, Kali, Natrum, Kalkerde, Talkerde, Eisenoxydul und Manganoxydul sind, wenn Sie ferner berücksichtigen, daß, mit Ausnahme der Thonerde und des Eisenoxydes, sich alle genannten Basen mit Kohlensäure verbinden können, wenn Sie endlich überlegen, daß alle diese Mineralien Doppelsalze sind, und daß in Jedem derselben der Erfahrung gemäß wenigstens ein Silikat vorhanden ist, dessen Basis ein Bestreben hat, sich mit Kohlensäure zu vereinigen, also unter den sechs zuletzt genannten Körpern zu finden ist, so denke ich, werden Sie sich eine genügende Vorstellung von dem Umfange sowohl, wie von der Nothwendigkeit des durch Kohlensäure angeregten Verwitterungsprozesses der Gebirge machen können. Es wird dadurch selbst das festeste Gestein zum Zerfallen gebracht, und ein Material geliefert, welches entweder an Ort und Stelle liegen blieb oder vom Wasser sich willig fortschaffen ließ, und worin wir die Grundlage nicht nur der meisten jemals aus Wasser abgesetzten Gebirgsarten, sondern, was uns hier zunächst interessirt, auch einer jeden Ackererde zu erkennen haben. Ein Paar Beispiele mögen Ihnen diese Verhältnisse deutlicher machen.

Das auf der Erdoberfläche ohne Zweifel am Meisten verbreitete Gestein, der Granit, besteht, wie schon oben gelegentlich bemerkt wurde, aus drei verschiedenen Mineralien, aus Quarz, Glimmer und Feldspath, welche auf das Festeste mit einander verwachsen sind. Der Quarz enthält nur Kieselsäure, ist somit kein Silikat, und kann von der Kohlensäure nicht angegriffen werden, also auch nicht verwittern; der Glimmer dagegen besteht aus kieselsauerer Thonerde, kieselsauerem Eisenoxyde und kieselsauerem Kali, er kann daher in Folge seines Gehaltes an Kalisilikat verwittern, d. h. es kann sich mit dem Kali die

Digitized by Google

Kohlensäure verbinden, wodurch die Kieselsäure dieses Silikates in Freiheit gesetzt, und das Zerfallen des Glimmers bewirkt wird; der Feldspath endlich ist ein Doppelsalz, aus kieselsauerer Thonerde und kieselsauerem Kali zusammengesetzt, er verwittert viel leichter als der Glimmer, und zerfällt zu kieselsauerer Thonerde, freier Kieselsäure und kohlensauerem Kali, welcher letzte Körper gewöhnlich in Gemeinschaft mit der frei gewordenen Kieselsäure im Wasser gelöst und fortgeschafft wird, während das zerfallene Thonsilikat ungelöst bleibt und, je nach dem Grade seiner Reinheit, den Namen Thon oder Porzellanerde erhält. Daß aber bei solchen Vorgängen, wo zwei Bestandtheile des Granites (nämlich Glimmer und Feldspath) ihren Zusammenhang verlieren, der Granit selbst zerfallen müsse, leuchtet wohl Jedem von Ihnen ein. Ich bedauere, daß es nicht in meiner Macht steht, mich mit Ihnen in diesem Augenblicke auf den Brocken zu versetzen, weil wir dort eine sehr tiefe Einsicht in die Verwitterung des Granites an Ort und Stelle erlangen könnten. Auf dem Gehänge dieses Berges liegen nämlich viele Tausende von Granitblöcken umher, deren außerordentlich weiße Oberfläche höchst seltsam von dem schwarzen Moorboden, auf welchem sie ruhen, absticht. Geht man näher hinzu, um den Grund dieser so weißen Färbung zu untersuchen, so findet man, daß es Thon oder besser Porzellanerde ist, entstanden durch Verwitterung des Einen der granitischen Bestandtheile, des Feldspathes, in welchem, gleichsam wie in einem Teige, hellgraue Quarzkörner und kleine schwarze Glimmerblättchen, die anderen beiden Bestandtheile des Gesteines, eingemengt sind. Läßt man nun einen solchen Block aus einander sprengen, so hat man die schönste Gelegenheit, die Wirkung der von außen nach innen fortschreitenden Verwitterung zu beobachten, indem von der weißen Porzellanerde bis zum hellfleischrothen, glänzenden, blätterig krystallinischen und von der Verwitterung noch nicht ergriffenen

Digitized by Google

Feldspathe eine ununterbrochene Reihefolge von Uebergängen stattfindet, womit gleichzeitig die Festigkeit des Granites, von außen nach innen zunehmend, in einem nothwendigen Zusammenhange steht. Denn während man im Stande ist, von der weißen Rinde schon mit den Fingernägeln Material abzukratzen, während man selbst größere abgeschlagene Stücke dieser Rinde mit Leichtigkeit mit der Hand zu einem groben Sande zerdrücken kann, so erweisen sich derartige Versuche, mit dem Inneren eines solchen Blockes angestellt, natürlich ganz erfolglos, indem hier der Granit seine Festigkeit noch vollkommen bewahrt hat. Ich habe Ihnen, meine Herren, ein Paar Handstücke solchen Granites aus meiner Sammlung mitgebracht, und bitte Sie, die eben angedeuteten Verhältnisse daran studiren zu wollen; das Eine dieser Exemplare gehörte der Rindensubstanz eines Granitblockes an, das Andere dagegen ist der inneren Masse desselben entnommen, und wenn Sie beide mit einander vergleichen, so kann Ihnen der Unterschied und somit die Erkenntniß, wie die Verwitterung auf den Granit eingewirkt hat, nicht entgehen. Durch fortschreitende Verwitterung zerfällt endlich der ganze Block, das von allen Seiten herzurinnende Wasser löst die auflöslichen Theile, zunächst kohlensaueres Kali und Kieselsäure, auf, schwemmt die leichten Theile, den Thon, mechanisch mit fort, und läßt den Quarz als Sand liegen, wobei es sich nicht selten ereignet, daß dieser Quarz die Form des Granitblockes, trotzdem daß das verwitterte Material längst fortgeschafft worden ist, noch lange erhält, bis denn endlich der Frost oder sonstige mechanische Gewalt auch diese zertrümmert, und Alles in ein grobsandiges Haufwerk verwandelt, in welchem nur hin und wieder Glimmerblättchen und noch unzersetzt gebliebene Feldspaththeilchen dem aufmerksam suchenden Auge begegnen.

Ein anderes Beispiel der Verwitterung eines Gesteines entnehme ich der nächsten Umgebung von Dresden, dem Syenite

Digitized by Google

des Plauen'schen Grundes. Wahrscheinlich ist Mehren von Ihnen bekannt, daß man seit einiger Zeit auf der Höhe der Felsen, unmittelbar über der Buschmühle, einen neuen Steinbruch im Syenite angelegt hat, und daß man dabei gezwungen war, einen Theil des aufgelagerten Kreidemergels, des sogenannten „Plänerkalkes" abzuräumen, um zum daruntergelegenen Syenite zu gelangen. Man hat bei dieser Gelegenheit einen Theil der Syenitoberfläche entblößt, welche ohne Zweifel der vorweltlichen Verwitterung, bevor noch der Plänerkalk abgelagert wurde, ausgesetzt gewesen war, und hier läßt sich denn die energische Wirkung derselben auf den Syenit recht gut beobachten. Der Syenit besteht aber aus Feldspath und Hornblende, welches letztere Mineral den interessanten Fall darbietet, daß es, obgleich ein sehr zusammengesetztes kieselsaueres Salz, dennoch nur solche Silikate enthält, deren Basen sich mit Kohlensäure verbinden können; denn während der Feldspath in der Ihnen schon bekannten Weise verwitterte, so daß der aus kieselsauerer Thonerde bestehende Theil dieses Minerales in der Form und Beschaffenheit des Thones zurückblieb, so fand so Etwas bei der Hornblende nicht statt, vielmehr sind alle die verschiedenen Silikate, welche die Hornblende bildeten, verwittert, d. h. sämmtliche Basen haben sich in kohlensauere Salze verwandelt, und sämmtliche Kieselsäure ist frei geworden. Es muß jedenfalls hierbei an hinreichendem Wasser gefehlt haben, um mit den gebildeten kohlensaueren Salzen zugleich auch die frei gewordene Kieselsäure mit fortzuführen, denn diese befindet sich noch an der Stelle, welche früher die Hornblende einnahm, nur ist sie aus dem Zustande der Kieselgallerte durch späteres Austrocknen zu einer feuersteinähnlichen Masse zusammengeschrumpft. Auch hierauf bezüglich, erlaube ich mir Ihnen ein Paar Stücke meiner Sammlung vorzulegen, an welchen Sie diese so vollständige urweltliche Verwitterung des Syenites sehr gut wahrnehmen können. Der Un-

Digitized by Google

terschied zwischen dem noch unverwitterten frischen Syenite und dem vollständig verwitterten ist noch viel mehr in die Augen fallend, als bei dem Brocken-Granite, weil das ursprünglich dunkle Gestein des Syenites (die Hornblende hat eine ganz dunkelgrüne Farbe) durch Zersetzung der Hornblende, unter Zurücklassung von beinahe ungefärbter Feuersteinmasse (Kieselsäure), und durch Umwandlung des fleischrothen Feldspathes zu blendend weißem Thone (kieselsauerer Thonerde) ein durchaus fremdartiges Ansehen erlangt hat; man überzeugt sich von der Thatsache, daß dieses vollständig zersetzte und zwischen den Händen leicht zu zerdrückende Gestein nichts Anderes als verwitterter Syenit sei, mit der größten Sicherheit, wenn man die Uebergänge von dieser aufgelösten Masse zu dem noch festen Syenite untersucht, was in keinerlei Weise schwer fällt. Und so könnte ich Ihnen aus meiner geognostischen Erfahrung noch eine Menge Belege anführen, an denen insgesammt die so verwickelt aussehende und in der That doch so einfache Verwitterung höchst passend zu studiren sein dürfte, wenn ich nicht fürchten müßte, Sie schon zu sehr ermüdet und vielleicht gar bei Einigen von Ihnen die Meinung hervorgerufen zu haben, als habe ich mich bei der theoretischen Betrachtung dieses Vorganges zu sehr in Einzelheiten verloren.

Um nun das bis jetzt über die Verwitterung Vorgebrachte nochmals kurz zusammenzufassen, so sehen Sie, meine Herren, daß in den Spalten und Klüften des Gebirges eindringendes und später gefrierendes Wasser die Felsen mechanisch zertrümmert, während die Kohlensäure der atmosphärischen Luft dieselben Felsen unablässig chemisch zersetzt, und daß beiden Agentien eine gemeinschaftliche Rolle in dem Verwitterungsprozesse zukommt.

Inzwischen muß ich jedoch bemerken, daß keineswegs die Kohlensäure der atmosphärischen Luft allein im Stande ist, die Silikate in der besprochenen Weise zu zersetzen, sondern daß bei

Digitized by Google

der Einwirkung derjenigen Kohlensäure, welche, im Wasser der verschiedensten Quellen aufgelöst, mit dem Inneren der Gebirge in Berührung kommt, genau derselbe Hergang stattfindet. Ich komme auf diesen Gegenstand nicht etwa deßhalb zu sprechen, weil ich meine, daß die im Gebirge immer vor sich gehende Verwitterung, veranlaßt durch kohlensäurehaltige Quellen, von besonderer Wichtigkeit für die Entstehung der Ackererde sei (eine Rücksicht, die ja zunächst Veranlassung ward, daß wir uns mit der Verwitterung überhaupt beschäftigten), sondern weil sie Ihnen eine direkte Einsicht in einen Theil dieses chemischen Prozesses verschafft, welche, wenn man nur die Erscheinungen der an der Erdoberfläche vor sich gehenden Verwitterung der Gesteine ins Auge faßt, nicht in dem Maße gewonnen werden kann. Die an der Erdoberfläche stattfindende Verwitterung hat nämlich das Unangenehme, daß die im reinen oder kohlensäurehaltigen Wasser löslichen Zersetzungsprodukte, also zunächst die kohlensaueren Salze, gewöhnlich, sobald sie entstanden sind, von dem Wasser fortgeführt werden, und daß nur die im Wasser unlöslichen Substanzen, wie etwa der Thon oder die Kieselsäure bei Mangel an Wasser, zurückbleiben. Wenn nun Jemand verlangte, ich sollte ihm mit dem Thone, der z. B. durch Verwitterung des Feldspathes entstand, und den man mit den Augen sehen und mit der Hand greifen kann, auch zugleich die gebildeten kohlensaueren Salze herzuschaffen, so würde ich mich in großer Verlegenheit befinden, weil bei der Langsamkeit des ganzen Vorganges das atmosphärische Wasser (Thau, Regen u. s. w.) längst schon Gelegenheit genommen hat, diese Salze aufzulösen und den Bächen und Flüssen zuzuführen, wenn es nicht auf dem Wege dahin selbst wieder verdunstete, und somit auch diese Salze wiederabzusetzen genöthigt ward, freilich an Orten, wo es mir für den jetzt zu liefernden Beweis nichts helfen kann, weil Ihnen noch immer die Ausrede unbenommen bleibt, es möchten diese

Digitized by Google

Salze ganz wo anders hergekommen sein. Solche durch Verwitterung d. h. durch Einwirkung der Kohlensäure auf Silikate entstandene kohlensauere Salze lassen sich jedoch in Menge herzuschaffen, wenn man die kohlensäurehaltigen Quellen, mögen sie nun heiß oder kalt sein, untersucht. Hier tritt nämlich der umgekehrte Fall ein, indem die im Wasser löslichen Produkte der unterirdischen Verwitterung sämmtlich zu Tage geschafft werden, während die unlöslichen, der Thon und der größte Theil der Kieselsäure, im Inneren der Gebirge am Orte der Zersetzung der Silikate unsichtbar zurückbleiben. Daß der Vorgang wirklich der geschilderte und nicht etwa ein von mir nur erdichteter sei, geht übrigens noch aus gewissen Experimenten des verstorbenen Struve, des berühmten Darstellers künstlicher Mineralwässer, unseres Mitbürgers, hervor, wodurch er bewiesen hat, daß kohlensäurehaltiges Wasser, mit verschiedenen Gebirgsarten zusammengebracht, Mineralwässer d. h. wässerige Auflösungen der bei der Verwitterung erzeugten Salze zu liefern im Stande sei, und daß es für den Erfolg ganz gleichgiltig sei, ob man solches Wasser gelegentlich in der Natur mit den der Verwitterung fähigen Gesteinen zusammenkommen lasse, oder ob man ein solches Zusammentreffen künstlich im Laboratorium bewerkstellige. Mit Hilfe der von ihm angegebenen Apparate ist man im Stande, jeden Zweifel in Betreff der Richtigkeit des beschriebenen Herganges der Verwitterung zu beseitigen, indem man es ganz in der Macht hat, ein Mineral schnell verwittern zu lassen, und sämmtliche Zersetzungsprodukte, die im Wasser löslichen so gut wie die unlöslichen, zu Gesicht zu bringen. Ich muß Sie, meine Herren, wenn Sie ein besonderes Interesse an der weiteren Verfolgung dieses Gegenstandes nehmen, auf Struve's Schriftchen*) ver-

*) Ueber die Nachbildung natürlicher Heilquellen von F. A. Struve. 2. Heft. Dresden und Leipzig, 1826.

Digitized by Google

weisen, wo Sie ihn in verständlicher Weise entwickelt finden. Nachträglich noch, um etwaigen Mißverständnissen vorzubeugen, erinnere ich Sie, daß, wie sich übrigens wohl auch von selbst versteht, trockene Kohlensäuere ein aus Silikaten bestehendes Mineral nicht zersetzt, oder was dasselbe ist, daß ein Mineral in trockener Luft, obschon sie Kohlensäure enthält, nicht verwittert, woher es denn auch geschieht, daß Sie bei Schilderung dieses Prozesses von anderen Seiten her gewöhnlich des Wassers und der Kohlensäure als Ursache der Verwitterung gleichzeitig gedacht finden.

Endlich, um den chemischen Theil der Erscheinungen, welche der Verwitterung im weitesten Sinne angehören, vollständig zu würdigen, habe ich noch in der Kürze von der Wirkung des atmosphärischen Sauerstoffes auf einige Bestandtheile der Gesteine zu sprechen, die ich um so weniger übergehen darf, je einflußreicher dieselbe, wie Sie sich später überzeugen werden, auf das Pflanzenleben ist. Es handelt sich nämlich um die Erkenntniß der Entstehung schwefelsauerer und phosphorsauerer Salze, sowie des Eisenoxydes, welche Körper der Ackererde niemals fehlen, und die nicht immer in der Gestalt, in welcher sie sich in der Ackererde vorfinden, auch in dem Gesteine, aus dem die Ackererde entstand, ursprünglich enthalten waren. Es wird Ihnen dies am Eisenoxyde, worunter Sie sich eine chemische Verbindung von metallischem Eisen mit Sauerstoff zu denken haben, besonders klar werden.

Wollten Sie nämlich eine nähere Einsicht in die chemische Zusammensetzung derjenigen Mineralien, welche die Gesteinsmassen unserer Gebirge bilden, nehmen, so würde Ihnen nicht entgehen, daß man eine chemische Verbindung des Eisens mit Sauerstoff, und zwar mit weniger Sauerstoff, als im Eisenoxyde vorhanden ist, so unendlich häufig antrifft, daß man wohl sagen kann, es gebe überhaupt kein einziges Gestein, welches nicht eine größere

Digitized by Google

oder geringere Menge dieser Eisen- und Sauerstoffverbindung enthalte. Nun besitzt aber dieser Körper die Eigenschaft, bei vorhandener Feuchtigkeit nach und nach so viel Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft an sich zu ziehen, und sich chemisch damit zu verbinden, daß er zu Eisenoxyd verwandelt wird, und da eine solche Umwandlung stets von einer Vergrößerung des Volumens dieses Körpers begleitet ist, so kann es in keiner Weise Verwunderung erregen, wenn dadurch eine Auflockerung des Gesteines und später sogar ein Zerfallen desselben bewirkt wird. Ein nie fehlendes physikalisches Kennzeichen dieses chemischen Vorganges ist das Erscheinen der rothen Eisenfarbe an dem vorher keineswegs rothaussehenden Gesteine; sie ist die dem Eisenoxyde und Eisenroste (zwei verschiedene Namen eines und desselben Körpers) zukommende Ihnen Allen bekannte Farbe, und Sie werden jetzt auch einsehen, meine Herren, worauf es beruhe, daß sich ein in seinen tieferen Lagen dunkel gefärbter Boden röthet, sobald diese Lagen durch irgend eine landwirthschaftliche Operation, z. B. durch tiefes Eingreifen des Pfluges, mit der atmosphärischen Luft und also mit dem Sauerstoffe in Berührung gebracht werden. Es findet die höhere Oxydation des Eisens statt (so nennt man ja den Prozeß der chemischen Verbindung von Sauerstoff mit irgend einem Körper), es hat sich Eisenoxyd gebildet.

Aehnlich verhält es sich mit den schwefelsaueren Salzen, die, sowie das Eisenoxyd, nie fehlende Bestandtheile der Ackererde sind, trotzdem daß sie nur äußerst selten Bestandtheile der noch unverwitterten und unzersetzten Gesteinsmassen abgeben. Indessen befindet man sich in Betreff der Erklärung, wie es denn geschehe, daß in irgend einem Gesteine schwefelsauere Salze nicht vorhanden seien, während sie doch in der aus diesem Gesteine entstandenen Ackererde vorkommen, nicht in der geringsten Verlegenheit, wenn man nur den Oxydationsprozeß ins Auge faßt, welchem

Digitized by Google

ein ganz allgemein verbreitetes Mineral, der Schwefelkies der Mineralogen, der sich bis jetzt noch in jeder Gebirgsart, obwohl als unwesentliche Beimengung, gefunden hat, unterliegt. Dieser metallisch schwere, wie Messing aussehende, im Wasser unlösliche, überhaupt sehr leicht zu erkennende Körper, aus Schwefel und Eisen chemisch zusammengesetzt, daher auch Schwefeleisen genannt, vermag ebenfalls sich nach und nach unter Anziehung von Sauerstoff zu oxydiren, wobei aus dem Schwefel Schwefelsäure und aus dem Eisen ein basischer Körper wird, welcher mit der gebildeten Säure sich zu einem Salze vereinigt, und da es Schwefelsäure ist, zu einem schwefelsaueren Eisensalze, dem sogenannten Eisenvitriol. Das so entstandene Salz muß ohne Zweifel als die Ursache der Bildung sämmtlicher übrigen schwefelsaueren Salze, die wir im Boden vorfinden, betrachtet werden, indem, gemäß der chemischen Erfahrung, das schwefelsauere Eisensalz weder mit kohlensauerem Kalke, noch mit einem anderen kohlensaueren Alkalisalze zusammengebracht werden kann, ohne eine Zersetzung zu erleiden, deren Endresultat, um bei dem Beispiele der Zusammenbringung von Eisenvitriol und kohlensauerem Kalke stehen zu bleiben, die Bildung von Gyps d. h. schwefelsauerem Kalke und von Eisenoxyd ist. Daher darf es Sie auch nicht befremden, bei der Untersuchung des Bodens kein schwefelsaueres Eisensalz, sondern stets andere Basen mit der Schwefelsäure zu Salz verbunden vorzufinden, da stets solche vorhanden sein werden, die im Stande sind, das Eisensalz zu zersetzen. Ich freue mich, Ihnen durch ein meiner Mineraliensammlung entnommenes Exemplar von Plänerkalk einen Theil des soeben theoretisch Entwickelten sehr anschaulich machen zu können. Sie sehen nämlich in diesem stark kalkhaltigen Gesteine eine Partie Schwefeleisen eingeschlossen, umgeben von einer aus Eisenoxyd und krystallinischem Gypse bestehenden Rinde, deren späteres Entstehen bei ihrer genaueren Untersuchung außer allem

Digitized by Google

Zweifel ist. Es oxydirten sich zuerst die peripherisch gelegenen Theilchen des Schwefeleisens zu schwefelsauerem Eisensalze, hierauf wurde das Eisensalz, da kohlensauerer Kalk zugegen war, unter Bildung von schwefelsauerem Kalksalze (Gypse), zersetzt, wobei nothwendig die Basis des Eisensalzes, sowie die Säure des ursprünglichen Kalksalzes in Freiheit gesetzt werden mußte. Den ersteren Körper erkennen Sie im höher oxydirten Zustande als rothes Eisenoxyd zwischen den Gypsblättchen liegend, der andere dagegen, die Kohlensäure, ist entwichen.

Zuletzt die phosphorsaueren Salze der Ackererde anlangend, so ist der Sauerstoff der Atmosphäre von keinem Einflusse auf ihre Entstehung, wie wir dies bei den schwefelsaueren Salzen gesehen haben, indem die phosphorsaueren Salze, schon fertig gebildet in der Masse der Gesteine enthalten, eine noch höhere Oxydation nicht gestatten; ja es steht der Prozeß der Verwitterung nur insofern mit dem Vorhandensein der phosphorsaueren Salze in der Ackererde in einigem Zusammenhange, als nämlich durch die Verwitterung und durch das damit verbundene Zerfallen der Gesteine die phosphorsaueren Salze nur mechanisch in Freiheit gesetzt werden. Die phosphorsaueren Salze, welche als Bestandtheile der Gesteinsmassen vorkommen, sind nämlich sämmtlich im Wasser unlöslich, werden weder von der Kohlensäure noch vom Sauerstoffe angegriffen, und können somit, selbst wenn man den Begriff Verwitterung im weitesten Sinne des Wortes, in welchem es bisher gebraucht worden ist, nimmt, durchaus nicht verwittern.

Es kann nicht fehlen, daß Ihnen hierbei, meine Herren, mancherlei und zwar nicht unerhebliche Bedenken aufstoßen, ins Besondere aber Denjenigen von Ihnen, welche mit dem hierher gehörigen Gegenstande bereits früher mehr oder weniger genaue Bekanntschaft gemacht haben.

Zuerst nämlich kommen, so viel Sie wissen, phosphorsauere

Digitized by Google

Salze als Mineralien nur als Seltenheiten vor, und können daher keineswegs zur Erklärung der Abkunft der phosphorsaueren Salze im Boden gebraucht werden; ferner aber hat man Ihnen von anderen Seiten her erzählt, daß die Phosphorsäure der fraglichen Salze des Bodens nur durch die animalische Düngung und vorzugsweise durch Knochendüngung (die Knochen enthalten viel phosphorsaueren Kalk) dorthin und von da in die Pflanzen gelangen; und endlich hat man Ihnen die Thatsache nicht vorenthalten, daß sich phosphorsauerer Kalk im Eie des Hühnchens aus Körpern bilde, die durchaus keine Phosphorsäure aufzuweisen haben, oder mit anderen Worten, daß hier phosphorsauerer Kalk aus Nichts entstehe, und daß daher derselbe Prozeß recht gut auch in dem Boden oder in dem Körper der Pflanze vor sich gehen könne, welche letztere Annahme um so mehr Wahrscheinlichkeit besitze, als man in vielen Bodenarten keine phosphorsaueren Salze fand. Untersuchen wir jetzt einmal diese Bedenken und Einwürfe etwas genauer.

Phosphorsauere Salze sind also als Mineralien große Seltenheiten! — Daraus folgt aber zunächst wohl nichts Anderes, als daß der Quarz, der Glimmer, der Feldspath u. s. w. in viel größerer Menge vorkommen, als Wawellit, Amblygonit, Lazulit, Wagnerit, Apatit u. s. w., sämmtlich Mineralien, welche Sie als phosphorsauere Salze betrachten müssen; und wenn Sie bedenken, daß der Gehalt des Bodens an phosphorsaueren Salzen ebenfalls nur ein geringer ist, so ist ja schon von vorn herein die Forderung, daß phosphorsauere Salze als Mineralien in großer Menge vorkommen müssen, unnöthig, da ein geringer Gehalt dieser Salze von Seiten der Gebirgsmassen vollkommen hinreicht. Es kann sich also nur darum handeln, zu untersuchen, ob phosphorsauere Salze als Bestandtheile der Gebirgsmassen überhaupt nachzuweisen sind, wobei die Untersuchung der Quantität vorläufig etwas sehr Gleichgiltiges ist. In dieser Beziehung

Digitized by Google

sind nun aber schon seit längerer Zeit eine sehr große Menge von Lokalitäten bekannt, wo solche phosphorsauere Salze im Granite, Gneuse, Glimmerschiefer, Thonschiefer vorkommen, wobei ich ausdrücklich bemerke, daß in allen diesen Fällen das phosphorsauere Salz nur zufällig gefunden wurde, indem man bei der mineralogischen d. h. physikalischen Untersuchung der genannten Gesteine auf mehr oder weniger gut krystallisirte Mineralien stieß, die von den gewöhnlichen Bestandtheilen dieser Gesteine abweichende Eigenschaften besaßen, deßhalb zu einer besonderen und zunächst chemischen Untersuchung veranlaßten, und dabei ganz unerwartet als phosphorsauere Salze erkannt wurden. Allein in der jüngsten Zeit hat sich die Aufmerksamkeit der Chemiker diesem Gegenstande, nämlich der Auffindung von phosphorsaueren Salzen in fast allen Gebirgsarten, mit besonderem Nachdrucke zugewendet, und man kann wohl ohne Uebertreibung behaupten, daß es kein Gestein gebe, in welchem phosphorsauere Salze gänzlich fehlen.*) Obschon daher natürlich vorkommende phosphorsauere Salze als wohl auskrystallisirte Mineralien immerhin zu den mineralogischen Seltenheiten gezählt werden mögen, so

*) Der englische Chemiker Sullivan hat die Phosphorsäure bis jetzt in folgenden Gesteinen und Mineralien aufgefunden: in verschiedenen Kalksteinen aus der Umgegend von Cork, im Muschelkalke und Dolomite aus der Nähe von Fulda in Hessen-Kassel, im Gießener Dachschiefer, im Mühlsteingrus (Flags), wie man ihn im westlichen Irland bricht, im Schiefer von Corrigaline bei Cork, im Old red Sandstone von Cork, im augithaltigen Diorite aus dem Lahnthale, im Klingsteine vom Rhöngebirge, im Phonolithtuffe von ebendaher, in der krystallisirten Hornblende, im Olivine vom Vogelsberge, im krystallisirten Augite vom Rhöngebirge, in dem zum Grünsteine gehörigen Trappe von Nord-Irland, im Basalte von Giant's Causeway, im Bimssteine vom Laacher-See, im Sodalite vom Vesuve, im Hypersthene des Lahnthales, im Lepidolithe, im Obsidiane von Lipari, im Glimmer vom Spessart und aus Rußland, im Granite vom Odenwalde, im Chloritschiefer, im Augitporphyre, im Glimmerschiefer, im Gneuse vom Odenwalde, in einigen schottischen Graniten, im ostindischen Tinkal, im Datholite vom Harze und aus Nordamerika. (Vergl. Erdmann's Journal Bd. 36, Heft 4.)

Digitized by Google

gilt dies doch keineswegs von jenen phosphorſaueren Salzen, welche nicht kryſtalliſirt ſind, welche vielmehr nur in ungemein feiner Vertheilung von der Geſteinsmaſſe irgend einer Gebirgsart umſchloſſen werden; und ich hoffe ſomit Ihre Bedenklichkeiten in Betreff der ſo großen Seltenheit der phosphorſaueren Salze als Mineralien und die daraus abgeleiteten Zweifel an der Herkunft der phosphorſaueren Salze des Bodens beſeitigt zu haben.

Was die Zweite Ihrer gegentheiligen Behauptungen betrifft, daß nämlich die phosphorſaueren Salze nur durch die animaliſche und beſonders Knochendüngung in den Boden gelangen, ſo frage ich Sie, wo denn Ihrer Meinung nach die Phosphorſäure dieſer animaliſchen Düngungſubſtanzen, alſo die Phosphorſäure des thieriſchen Körpers, herrühre. Ohne Zweifel werden mir da Einige von Ihnen antworten, dies ſei unbekannt, Andere dagegen werden der Meinung ſein, dieſe Phosphorſäure, des Knochens z. B., ſtamme von der Nahrung des Thieres ab, noch Andere endlich werden geradezu behaupten, ſie bilde ſich im thieriſchen Körper. Mit Uebergehung der erſten und letzten Antwort (der erſteren, weil ſich dazu überhaupt Nichts ſagen läßt, der letzteren, weil davon ſogleich noch beſonders gehandelt werden ſoll), bleibe ich bei der zweiten, daß die Phosphorſäure von der Nahrung ſtamme, ſtehen, und frage abermals, wo kommt die Phosphorſäure der Nahrungsmittel her. Wenn Sie ſich dies recht überlegen, ſo kehren Sie endlich zu dem Phosphorſäuregehalte der Pflanzen oder vielmehr zu dem Phosphorſäuregehalte des Bodens zurück, und ſehen, daß Sie ſich im Kreiſe herumdrehten; denn um ein Beiſpiel zu wählen, ſo gelangt die Phosphorſäure in die Knochen des Löwen, indem er die Knochen der erlegten Thiere, z. B. der Gazellen, verzehrt, in die Knochen der Gazellen gelangt ſie, indem die Gazelle ſich von Pflanzen nährt, in denen Phosphorſäure enthalten iſt, in die Pflanzen gelangt ſie endlich aus dem Boden, worauf

Digitized by Google

die Pflanzen wachsen, und in den Boden gelangt sie durch die Zersetzung der Gesteine. Ursprünglich also stammt alle Phosphorsäure, sowie alle Schwefelsäure aus dem Mineralreiche, und die Erfahrung, daß Sie den Gewächsen Ihrer Felder durch Düngung mit Knochen phosphorsauere Salze direkt zuführen können, ist kein Einwurf gegen meine Behauptung, weil ja doch auch diese Phosphorsäure vorher der Pflanzenwelt angehörte, und noch früher Eigenthum der Gebirgsmassen war. Uebrigens gebe ich Ihnen noch zu bedenken, daß, selbst einmal zugegeben, die Phosphorsäure des Thierreiches habe einen durchaus anderen Ursprung, sich doch keineswegs der Phosphorsäuregehalt jener Pflanzen erklären lasse, welche auf niemals gedüngtem Boden wachsen, wie dies bei allen wildwachsenden Pflanzen der Fall ist. Hier, z. B. bei den Hochalpenpflanzen, muß offenbar nach einer anderen Quelle der Phosphorsäure, als der Knochen des Thieres ist, gesucht werden, und wir können als solche nur die phosphorsaueren Salze des Bodens anerkennen, wohin sie in Folge der Zersetzung der Gesteine durch Verwitterung gelangten.

Endlich haben sich Einige der Herren der Ansicht hingegeben, es können phosphorsauere Salze durch Umwandlung anderer Körper entstehen, und stützen sich dabei auf gewisse Untersuchungen des Hühnereies, aus denen eine solche „Erzeugung" von phosphorsauerem Kalke hervorgehen solle. Ich erkläre Ihnen aber, daß weder diese noch irgend eine andere Untersuchung von nur einigermaßen wissenschaftlichem Werthe zu einem solchen Schlusse berechtigen kann, daß vielmehr Alles, was im Gebiete der Chemie als Wissenschaft bekannt ist, darauf hinweist, daß die Annahme solcher „Erzeugung" bisher noch allemal auf nachgewiesener Täuschung beruhte, wenn sie nicht gar geradezu aus der Luft gegriffen wurde, und daß der gebildete Chemiker (und Wen sonst möchten Sie wohl in dieser Angelegenheit als kom-

Digitized by Google

petenten Richter anerkennen?) derlei Angabe nur lächerlich und abgeschmackt findet.

Es scheint mir passend, unsere heutige Unterhaltung hier zu unterbrechen, um so mehr, als ich mir selbst sagen muß, daß ich Ihnen eine Menge von Gegenständen vorgeführt habe, die Ihnen zum größten Theile wahrscheinlich völlig unbekannt waren. Wir werden unsere Untersuchung des Bodens das nächste Mal beendigen.

Digitized by Google

Sechste Vorlesung.

Der Boden.

(Fortsetzung.)

Kurze Wiederholung des Vorhergehenden. — Der Humus als Bestandtheil des Bodens. — Die Entstehung des Humus. — Der Prozeß der Verwesung und Fäulniß.

Meine Herren! Ehe ich zu neuen Gegenständen übergehe, gestatten Sie mir eine kurze übersichtliche Wiederholung des während unserer letzten Unterhaltung Entwickelten, damit wir nicht etwa in den unangenehmen Fall kommen, den Faden des Ganzen zu verlieren. Sie entsinnen sich, daß der Boden und der Prozeß der Verwitterung der Gegenstand unserer Betrachtung war. Nachdem ich Ihnen zuerst ganz im Allgemeinen angezeigt hatte, daß man die Bestandtheile des Bodens in gewisser Beziehung in zwei Klassen theilen könne, in solche nämlich, die durch Zerstörung der Gebirgsmassen entstehen, und in solche, deren Ursprung in einer Zersetzung organischer, namentlich vegetabilischer Stoffe zu suchen sei, so wendeten wir uns zur näheren Betrachtung der ersteren, wobei sich uns die Frage nach ihrer Entstehung ganz von selbst aufdrängte. Um nun diese Frage genügend zu beantworten, mußten wir die sogenannte Verwitterung näher kennen lernen, jenen Prozeß, durch welchen die festen Gesteine mechanisch zerfällen und chemisch zersetzt werden. Es

Digitized by Google

entging uns dabei nicht, wie insonderheit der mechanische Theil der Verwitterung sich in der Einwirkung des gefrierenden Wassers auf die Gesteine zu erkennen gab, während der chemische Theil dieses Prozesses der Hauptsache nach in der chemischen Einwirkung der Kohlensäure auf die Silikate und nur in sehr untergeordneter Bedeutung in dem Einflusse des Sauerstoffes auf gewisse Mineralien, also in einer Oxydation derselben bestand. Anhangsweise untersuchten wir die Abkunft der phosphorsaueren Salze des Bodens, womit wir unsere letzte Unterhaltung beschlossen. Wenn ich nun bedenke, wie ausführlich ich sämmtliche hierbei in Betracht kommenden Vorgänge besprochen habe, so darf ich wohl erwarten, daß es mir gelungen sei, Ihnen eine genügende Einsicht in die Art und Weise der Entstehung der verschiedenen Bestandtheile des Bodens verschafft zu haben, so daß Ihnen jetzt kein Zweifel mehr übrig bleibt, woher der Sand, der Thon, der Kalk, sowie die Gesammtmasse der kohlensaueren, schwefelsaueren, phosphorsaueren Salze und der Kieselsäure des Bodens abstammen. Ich denke daher, mit einer gewissen Ruhe mich zu dem Letzten der hier zur Sprache kommenden Bestandtheile des Bodens, zu dem sogenannten Humus, wenden zu können.

Der Humus, wie er im Boden enthalten ist, zeigt sich sowohl seiner äußeren Beschaffenheit, sowie seiner chemischen Zusammensetzung nach nicht überall als genau derselbe Körper; inzwischen dürften die nachstehenden Eigenschaften so ziemlich ohne Ausnahme allen Arten des im Boden vorkommenden Humus eigen sein. Er ist nämlich eine dunkelbraune bis schwarze, lockere, im trockenen Zustande zwischen den Fingern leicht zu zerreibende Substanz, an welcher nicht selten noch die Struktur der Pflanze oder des Pflanzentheiles, durch dessen Zersetzung er entstand, wahrgenommen werden kann. Er besitzt ferner ein außerordentlich großes Vermögen, Feuchtigkeit und andere gasförmige Körper aus der atmosphärischen Luft an sich zu ziehen,

Digitized by Google

wobei in Betreff der Feuchtigkeit zu bemerken ist, daß er bis zu ¼ Theil seines eigenen Gewichtes an Wasser aufzunehmen vermag, ohne dadurch feucht zu werden. Vom Wasser wird er, wenn es kalt ist, in so geringer Menge aufgelöst, daß man ihn als im kalten Wasser geradezu unlöslich bezeichnen kann; etwas mehr löst er sich dagegen im kochenden Wasser, wodurch eine goldgelb gefärbte Auflösung gewonnen wird, die sich jedoch in Berührung mit der atmosphärischen Luft, unter Bildung eines geringen schwarzbraunen Bodensatzes, nach und nach entfärbt. Er verliert selbst diese schwache Löslichkeit, wenn er vorher vollkommen ausgetrocknet oder dem Froste ausgesetzt gewesen war. Mit stark basischen Körpern, also mit den sogenannten Alkalien, behandelt, wird er zum Theile in einen Körper verwandelt, der die Eigenschaft einer Säure (Humussäure genannt) besitzt, und mit diesen Alkalien sich zu Salzen (humussaueren Salzen) vereinigt. Diese Salze lösen sich reichlich im Wasser mit dunkelbrauner Farbe auf, und werden durch Zusatz von starken Säuren, z. B. Salzsäure, in der Art zersetzt, daß sich salzsauere Salze bilden, unter Abscheidung der in kaltem Wasser so gut wie unlöslichen Humussäure. Der andere Theil des Humus, dem die Alkalien nichts anhaben, der also nicht in Humussäure verwandelt werden kann, bleibt dabei ungeändert, und führt wohl auch den Namen Humin oder Humuskohle oder Moder. Endlich noch muß erwähnt werden, daß jeder Humus im Stande ist, den Sauerstoff der umgebenden atmosphärischen Luft in Kohlensäure umzuwandeln, und daß er in Folge des Prozesses der sogenannten Verwesung zuletzt völlig verschwindet, nur einige Salze zurücklassend, die man bei der Untersuchung als die nämlichen erkennt, welche auch die Pflanze oder der Pflanzentheil, von welchem der Humus abstammte, aufzuweisen vermag. Es wird nicht überflüssig sein, Einiges zur Erläuterung des soeben Mitgetheilten vorzubringen.

Digitized by Google

Da habe ich aber zuerst etwas sogenannte Misterde oder gute Gartenerde, die vorzugsweise reich an Humus ist, mitgebracht, um Denjenigen von Ihnen, die Humus noch nicht in der Nähe gesehen haben sollten, eine richtige Vorstellung davon zu machen. Sie bemerken, die ganze Erde sieht beinahe schwarz aus, und schon mit bloßen Augen, noch besser aber, wenn Sie sich der Loupe bedienen wollen, erkennen Sie, daß die Hauptmasse derselben aus einer dunkelbraunen Substanz besteht, an der es gar nicht schwer hält, die Struktur der Pflanzenfaser wiederzuerkennen. Ferner aber habe ich hier eine Wage aufgestellt, und mein Assistent hat eine Portion derselben Erde in möglichst trocknem Zustande auf die eine Wagschale gelegt und soeben ins Gleichgewicht gebracht; allein während wir noch davon sprechen, ist schon das Auflegen neuer Gewichte auf die andere Wagschale nothwendig, zum Beweise, daß der Humus stark die Feuchtigkeit der Luft anzieht, und somit schwerer wird. Endlich ist noch eine Reihe Gläser herzugeschafft worden, worin sich verschiedene Flüssigkeiten befinden, die wir nach einander näher betrachten müssen.

In dem Ersten derselben sehen Sie eine so wenig gelb gefärbte Flüssigkeit, daß ich für nöthig hielt, ein mit reinem Wasser gefülltes Glas daneben zu stellen, damit Sie sich in Folge des Unterschiedes überzeugen, daß sie wirklich gefärbt ist. Sie wurde erhalten, indem ich einen Theil der besprochenen humushaltigen Erde mit 15° R. warmen Wasser 24 Stunden stehen ließ und dann filtrirte. Ich denke nicht, daß diese Flüssigkeit Ihnen eine sonderliche Meinung von der Löslichkeit des Humus im Wasser von gewöhnlicher Temperatur zu geben im Stande ist, und daß Sie mir wohl beizustimmen geneigt sein werden, wenn ich behaupte, der Humus der Ackererde sei im Wasser von solcher Temperatur beinahe unlöslich.

Im zweiten Glase befindet sich eine gesättigt goldgelb ge-

Digitized by Google

färbte Flüssigkeit, die erhalten wurde, indem ich dieselbe Gartenerde mit siedendem Wasser einige Zeit behandelte. Hier hat eine entschiedene Auflösung von Humus stattgefunden, obwohl die Bemerkung, daß ungefähr nur ½ Prozent Humus sich in Auflösung befindet, hinreichend sein wird, Ihnen auch von der Löslichkeit des Humus in heißem Wasser keinen sehr großen Begriff zu verschaffen. Im dritten daneben stehenden Glase habe ich eine solche Auflösung von Humus in heißem Wasser mit etwas Salzsäure zusammengebracht, wodurch der Humus wieder unlöslich geworden ist, und in Gestalt zarter brauner Flocken am Boden des Glases wahrgenommen werden kann.

Die braun gefärbte Flüssigkeit des vierten Glases ist das Produkt der Behandlung der Gartenerde mit kohlensauerem Kali, und muß von Ihnen als eine Auflösung von humussauerem Kali angesehen werden, welches Salz sich auf Kosten von einem Theile des angewendeten kohlensaueren Kalis bildete. Der stattgefundene Prozeß ist ein sehr einfacher. Es hat nämlich ein Theil des kohlensaueren Kalis seine Kohlensäure auf den anderen Theil des verwendeten kohlensaueren Salzes übertragen, wodurch ein sogenanntes doppelt kohlensaueres Salz entstand, während der freigewordene Antheil Kali sich mit einem Theile des in der Gartenerde enthaltenen Humus verband, welche Verbindung man nun humussaueres Kali nennen muß. Dieses humussauere Kali ist im Wasser reichlich löslich, daher die dunkele Färbung der Flüssigkeit. Zu einem abgegossenen Theile dieser Flüssigkeit habe ich nun Salzsäure gesetzt, welche stärkere Säure das humussauere Salz so zerlegte, daß sich salzsaueres Kali und im kalten Wasser so gut wie unlösliche Humussäure bildete, die sich als brauner zartflockiger Körper in der Flüssigkeit, worin das salzsauere Kali gelöst blieb, absetzte. Diese Erscheinungen nehmen Sie am Fünften der aufgestellten Gläser wahr, wobei es Ihnen nicht entgehen wird, daß die über der am Boden liegenden Humussäure stehende

Digitized by Google

Flüssigkeit in derselben Weise einen Anflug von Färbung hat, wie die im ersten Glase enthaltene. Diese Färbung rührt von der Spur Humus oder Humussäure her, welche sich in Wasser von gewöhnlicher Temperatur, unbeschadet der Gegenwart freier Salzsäure, aufzulösen vermag.

Das sechste Glas enthält eine dunkelbraune, beinahe schwarze Flüssigkeit, welche dadurch dargestellt wurde, daß ich reines Kali, bekannt unter dem Namen „Aetzkali" und von dem kohlensaueren Kali nur durch den Mangel an Kohlensäure unterschieden, zur Ackererde in Wasser aufgelöst hinzubrachte, und einige Stunden stehen ließ. Hier hat sich humussaueres Kali und zwar in großer Menge gebildet, weßhalb diese Flüssigkeit viel dunkler gefärbt erscheint, als die im vierten Glase aufgestellte. Das siebente Glas zeigt Ihnen eine Flüssigkeit, mit welcher dieselbe Operation vorgenommen worden ist, wie mit der im fünften Glase enthaltenen. Durch Zusatz von Salzsäure hat sich nämlich auch hier salzsaueres Kali und unlösliche am Boden liegende Humussäure gebildet, und die darüber stehende Flüssigkeit ist nur so schwach gelb gefärbt, als Wasser überhaupt, wie wir oben schon zeigten, durch Auflösung von Humus oder Humussäure bei gewöhnlicher Temperatur gefärbt werden kann.

Im achten und neunten Glase sehen Sie beinahe farblose Flüssigkeiten (eine Spur einer gelblichen Färbung ist vorhanden, kann jedoch bei Abend nicht gesehen werden), deren erste erhalten wurde, indem ich die Ackererde längere Zeit mit einem Breie von kohlensauerem Kalke bei gewöhnlicher Temperatur stehen ließ, und dann filtrirte, während die andere dadurch hergestellt wurde, daß ich zu der Ackererde einen Brei von gebranntem Kalke hinzusetzte, und nach einiger Zeit ebenfalls filtrirte. Nur in der Ersten der beiden Flüssigkeiten lassen sich Spuren von aufgelöstem Humus oder Humussäure nachweisen, welchen Umstand ich Ihrer besonderen Beachtung empfehlen möchte, weil wir spä-

Digitized by Google

ter darauf zurückkommen werden. Das zehnte Glas dagegen zeigt eine gesättigt goldgelb gefärbte Flüssigkeit, genau wie die im zweiten Glase enthaltene, entstanden durch Behandlung von Ackererde und kohlensauerem Kalke in siedendem Wasser und nachheriges Filtriren. Hier hat sich eine bemerkbare Menge von Humus der Ackererde aufgelöst, in derselben Weise, obwohl nicht mehr, wie wenn ich die Ackererde mit siedendem Wasser ohne Kalk behandelt hätte; durch zugebrachte Salzsäure bin ich im Stande, diesen Humus hier eben so abzuscheiden, wie im dritten Glase erkannt wurde. Das elfte Glas giebt Ihnen Gelegenheit, die Ausscheidung von Humus durch Salzsäure, welche zu der im zehnten Glase enthaltenen Flüssigkeit gebracht wurde, auch hier wieder zu beobachten.

Endlich habe ich noch Ackererde mit einem wässerigen Breie von gebranntem Kalke (sogenannter Kalkmilch) zusammengebracht, gekocht und dann abfiltrirt. Die abfiltrirte, im zwölften Glase enthaltene Flüssigkeit ist, trotz des Kochens, dennoch nur äußerst schwach gelb gefärbt (wenigstens 4—5 Mal so schwach, als eine Auflösung von Humus in reinem siedendem Wasser), und es scheidet sich aus ihr, bei Zusatz von Salzsäure, keine Humussäure ab, wie Ihnen bei der Besichtigung der ebenfalls kaum gefärbten und vollkommen klaren Flüssigkeit des dreizehnten Glases, die einer solchen Behandlung unterworfen ward, bemerkbar sein dürfte.

Ich übergehe jetzt alle Folgerungen, die man aus dem Verhalten des Humus der Ackererde, den soeben vorgelegten Versuchen gemäß, machen muß, da wir später Gelegenheit erhalten werden, darauf Rücksicht zu nehmen, und wir im Augenblicke ja nur beabsichtigen, die Eigenschaften dieses Humus möglichst frei von fremdartigen Störungen kennen zu lernen; allein ich kann mich nicht enthalten, Sie schon jetzt darauf aufmerksam zu machen, wie unbegründet gewisse Angaben der geachtesten unter

Digitized by Google

den agronomischen Schriftstellern, die Ihnen als Leiter und Rathgeber dienen sollen, sind. Ueberall nämlich, wo von dem Nutzen des kohlensaueren, sowie des gebrannten Kalkes auf die Vegetation die Rede ist, da heißt es, daß der Kalk zunächst deßhalb günstig wirke, weil er sich mit dem Humus des Bodens, der an und für sich sehr schwerlöslich sei, zu einem humussaueren Salze verbinde, welches, im Wasser aufgelöst, den Pflanzen durch die Wurzeln als Nahrung dargeboten würde. Sie haben sich aber soeben vom Gegentheile überzeugt; denn mochte sich nun beim Zusammenbringen von Ackererde mit kohlensauerem Kalke oder gebranntem Kalke bei gewöhnlicher Temperatur humussäuerer Kalk bilden oder nicht, so ist doch so viel gewiß, daß die abgelaufenen Flüssigkeiten (und nur Flüssigkeiten können ja von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen werden) humussaueren Kalk durchaus nicht enthielten. Zwar könnten Sie mir einhalten, daß sich ja die Flüssigkeiten des achten Glases (Ackererde mit kohlensauerem Kalke bei gewöhnlicher Temperatur behandelt) ein wenig gefärbt zeige, und daß diese Färbung von gebildetem humussauerem Kalke herrühre: allein wenn Sie diese Flüssigkeit mit jener vergleichen wollen, welche bei der Behandlung der Ackererde mit blosem Wasser erhalten und im ersten Glase aufgestellt wurde, so finden Sie in Betreff der Färbung nicht den mindesten Unterschied, und sollte Ihr Farbensinn ein so ausgebildeter sein, daß Ihnen doch ein Unterschied bemerkbar würde, nun so werden Sie wenigstens zugeben, daß Ihnen die im ersten Glase enthaltene stärker gefärbt erscheine, als die im achten Glase, was keineswegs für jene oben zitirte Ansicht der Wirkung des Kalkes durch Bildung eines löslichen humussaueren Salzes spricht. Für Diejenigen von Ihnen, meine Herren, welche sich ernstlicher um das soeben besprochene Verhalten des Humus der Ackererde zu dem kohlensaueren Kalke und gebrannten Kalke kümmern, und denen das in Betreff der Unlöslichkeit

Digitized by Google

des humussaueren Kalkes Mitgetheilte noch nicht genügt, habe ich in meinem Laboratorium noch eine Reihe besonderer Versuche angestellt, und bitte Sie, sich zu mir zu bemühen, wo wir diese gewiß wichtigen Erscheinungen noch spezieller ins Auge fassen wollen.*)

---

*) Um die Wirkungslosigkeit des Kalkes auf Ackererde in Betreff der Erzeugung eines im Wasser löslichen und mithin für die Pflanzenwurzel aufnehmbaren humussaueren Kalksalzes darzuthun, hatte ich folgende Versuche angestellt, von denen die wichtigsten mehre Tage hindurch im Laboratorium in Augenschein genommen werden konnten.

Erste Reihe.

Ackererde war mit Wasser von 16° Reaumur 24 Stunden lang behandelt worden, wodurch eine schwach gelb gefärbte Flüssigkeit erhalten worden war, wie solche aus dem oben beschriebenen, im ersten Glase vorgezeigten Versuche bekannt ist. Durch zugesetztes Kalkwasser waren sämmtliche Proben vollständig entfärbt worden, und es hatten sich dabei Spuren eines flockigen braunen Körpers ausgeschieden. Ich betrachte diese Körper als humussaueren Kalk, der im Wasser von gewöhnlicher Temperatur absolut unlöslich ist. Durch hinzugebrachte Salzsäure verschwand er scheinbar, und nur erst nach vierundzwanzigstündigem ruhigem Stehen erschienen ein Paar Flöckchen, am Boden der Gläser liegend, wieder. Die Flüssigkeit blieb wasserhell und klar, und zeigte bei der Untersuchung durch Abdampfen nur eine höchst schwache Andeutung eines organischen Körpers. Der hier erzeugte humussaure Kalk ist demnach, um es nochmals zu wiederholen, durchaus unlöslich.

Zweite Reihe.

Ackererde mit siedendem Wasser behandelt. Die abfiltrirte gesättigt goldgelb gefärbte Flüssigkeit zeigte sich als die nämliche, welche oben im zweiten Glase aufgestellt war.

Durch Zusatz von Kalkwasser bildete sich eine größere Menge humussaurer Kalk, und nach dessen Absetzung war die Flüssigkeit vollkommen wasserhell. Durch Zusatz von Salzsäure ward der aus humussaurem Kalke gebildete unlösliche Bodensatz etwas verringert, weil das humussaure Kalksalz zersetzt wurde. Inzwischen zeigte sich nach längerem Stehen die Flüssigkeit fortwährend wasserhell, und die Untersuchung konnte auch in ihr nur eine leise Spur eines organischen Körpers ausfindig machen. Daraus folgt abermals, daß der humussaure Kalk vollkommen unlöslich ist.

Dritte Reihe.

Ackererde mit Aetzkalk (Kalkbrei) bei gewöhnlicher Temperatur zusammengebracht und filtrirt. Die Flüssigkeit mit einem Aufluge einer gelblichen

Digitized by Google

Nachdem wir somit die Eigenschaften des Humus der Ackererde kennen gelernt haben, wollen wir uns noch in Kürze mit der Untersuchung der Entstehung dieses Körpers beschäftigen, um so mehr, als Ihnen nur erst nach dieser Erkenntniß der wirkliche Nutzen des Humus für die Vegetation einleuchten kann.

Färbung, übrigens vollkommen klar. Hinzugebrachte Salzsäure änderte nichts. Der humussauere Kalk, wenn überhaupt sich ein solches Salz gebildet hatte, war als vollkommen unlöslich auf dem Filtrum zurückgeblieben. Woher die schwache Färbung der Flüssigkeit rühre, ist mir bis jetzt noch unbekannt, nur so viel konnte ermittelt werden, daß es ein organischer, der Verkohlung fähiger Körper war. Humussauerer Kalk war es nicht.

Vierte Reihe.

Ackererde mit Aetzkalk (Kalkbrei) und gekocht. Alles wie in der vorhergehenden Reihe, nur die Färbung der Flüssigkeit ein wenig deutlicher, und daher auch die bei der Abdampfung zurückbleibende kohlige Substanz etwas reichlicher. Humussauerer Kalk war bestimmt nicht vorhanden.

Fünfte Reihe.

Ackererde mit kohlensauerem Kalke (gepulvertem Kalkspathe, nicht Kreide) und Wasser von gewöhnlicher Temperatur angerührt und 24 Stunden stehen gelassen. Die filtrirte schwach gelb gefärbte Flüssigkeit verhielt sich genau so, als hätte ich Ackererde mit bloßem Wasser behandelt, wie in der ersten Reihe nachzusehen ist. Humussauerer Kalk, wenn anders sich dieses Salz gebildet hatte, war auf dem Filter unlöslich zurückgeblieben.

Sechste Reihe.

Ackererde, mit kohlensauerem Kalke (Kalkspathe) und siedendem Wasser behandelt, verhält sich genau so, als hätte ich dieselbe Operation ohne zugesetzten Kalkspath vorgenommen. Humussauerer Kalk war in der Flüssigkeit nicht vorhanden.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich also, daß humussauerer Kalk in sämmtlichen Flüssigkeiten, mochte man nun die Ackererde mit kaltem oder heißem Wasser, mit kohlensauerem Kalke oder mit Aetzkalk zusammengebracht haben, nicht enthalten war, und daß somit von einer Wirkung des Kalkes auf Ackererde, wodurch unlöslicher humussauerer Kalk gebildet werde, nicht die Rede sein kann.

Nun findet sich aber in rein chemischen, sowie in agrikulturchemischen Schriften die Angabe, daß es zwei humussauere Kalksalze gebe, ein basisches und ein neutrales, von denen das letztere in 2000 Theilen kalten, aber in wenig warmen Wasser löslich sei, so daß Denjenigen, welche durchaus ein humussaueres Kalksalz bei der Ernährung der Pflanzen zur Wirkung kommen lassen wollen, immer noch die Einrede bleibt, daß sich dieses Salz

Digitized by Google

Wenn eine Pflanze oder ein Thier stirbt, so fällt es bekanntlich gewissen Zersetzungsprozessen anheim, in deren Folge eine mehr oder weniger vollständige, ja unter günstigen Verhältnissen sogar bis zur völligen Auflösung gehende Veränderung des organischen Körpers stattfindet. Man nennt diese Zersetzungsprozesse, je nachdem die begleitenden Erscheinungen verschiedene sind, Verwesung oder Fäulniß, obwohl ich gleich im Voraus bemerken muß, daß man in der Natur höchst selten Gelegenheit hat, die eine oder die andere Art dieser Zersetzungen in reinster Form zu beobachten, indem sich fast immer Erscheinun-

---

in der Ackererde bilde. Ich will einmal vorläufig zugeben, daß so Etwas der Fall sei, obwohl es bis jetzt weder nachgewiesen worden ist, daß ein solches neutrales Kalksalz im Boden vorhanden sei, noch wie sich im Boden ein solches bilden könne (durch Behandlung des Bodens mit kohlensauerem oder gebranntem Kalke gewiß nicht), und das Verhalten eines solchen neutralen humussaueren Kalkes prüfen, wo sich dann herausstellen wird, was von den obigen Angaben Sprengel's, dem alle Anderen nachgeschrieben haben, zu halten ist.

Ich habe mir erst das sogenannte neutrale, humussauere Kalksalz dadurch herzustellen gesucht, daß ich humussaueres Kali (durch Behandlung des Torfes mit Aetzkali gewonnen) mit salzsauerem Kalke bis zum Ueberschusse des letztgenannten Salzes versetzte. Es wurde ein Niederschlag erhalten, welchen man demnach als neutralen humussaueren Kalk zu betrachten hätte, von dem es heißt, daß er in 2000 Theilen kalten und in wenig warmen Wasser löslich sei.

Zunächst wurde zu einem Theile der kalt filtrirten, vollkommen klaren Flüssigkeit, die zwar eine gelbliche Färbung zeigte, aber noch lange nicht so, als wenn ich Ackererde mit kaltem Wasser behandelt hätte, Aetzkalk, und zu einer anderen Salzsäure gebracht. Beide Proben blieben länger als 24 Stunden stehen. Es hatte sich in beiden Proben, und zwar in der ersten unter vollständiger Entfärbung der Flüssigkeit, ein höchst unbedeutender Niederschlag gebildet, der zwar gesehen, aber nicht gewogen werden konnte. Zugegeben nun, daß dieser Niederschlag wirklich Humussäure sei, die vorher mit Kalk zu neutralem humussauerem Kalke verbunden gewesen sein soll, so geht jedoch aus diesem Versuche so viel hervor, daß von einer Löslichkeit des neutralen humussaueren Kalkes in 2000 Theilen Wasser nicht gesprochen werden darf, da mindestens 10,000 Theile nöthig waren, um diesen vermuthlichen neutralen humussaueren Kalk zu lösen. Allein es ist

Digitized by Google

gen, welche nur der einen Modifikation, z. B. der Verweſung, angehören, jenen Erſcheinungen zugeſellen, welche man als der Fäulniß eigenthümlich anzuſehen hat. Wir wollen inzwiſchen der beſſeren Einſicht wegen von dieſem letzterwähnten Umſtande vorläufig ganz abſehen, und einmal verſuchen, das Bild der Verweſung, ſowie Das der Fäulniß möglichſt ſcharf und rein hinzuſtellen, wobei ich in um ſo kürzerer Zeit Ihnen eine angemeſſene Vorſtellung davon zu verſchaffen hoffe, je mehr Sie mir geſtatten wollen, die Schilderung dieſer Prozeſſe ganz nach meiner Weiſe entwerfen zu dürfen.

---

mehr als wahrſcheinlich, daß man es hier gar nicht mit neutralem humusſauerem Kalke (wenn es überhaupt einen ſolchen Körper giebt) zu thun hatte; denn als nach länger fortgeſetztem Auswaſchen des auf dem Filter befindlichen humusſaueren Kalkes, wobei die durchlaufende Flüſſigkeit immer ſchwächer und ſchwächer gefärbt erſchien, auf Kalk mittels ſauerkleeſaueren Ammoniakes reagirt wurde, fand ſich nur eine Spur von Kalk vor, welche alſo, wenn dieſer Kalk mit Humusſäure zu neutralem humusſauerem Kalke verbunden war, nicht eben für eine ſonderliche Löslichkeit dieſes Salzes ſpricht. Allein das Vorhandenſein von humusſauerem Kalke in der durch das Filtrum gelaufenen Flüſſigkeit (es ließen ſich nämlich durch zugeſetzte Salzſäure auch Spuren von Humusſäure entdecken) fand ſeine Erklärung durch die Unterſuchung des auf dem Filtrum enthaltenen humusſaueren Kalkes, indem ſich erwies, daß man es nicht mit reinem humusſauerem Kalke, wie anfangs geglaubt wurde, ſondern mit einem Doppelſalze von humusſauerem Kalke und ſalzſauerem Kalke zu thun hatte, welches als ſolches im Waſſer in höchſt geringem Grade gelöſt werden kann. Bei Anwendung von heißem Waſſer, mit welchem das auf dem Filtrum Gebliebene (dieſer vermeintliche neutrale humusſaure Kalk) behandelt ward, änderte ſich nichts, und man ſieht demnach, was zu der ganzen Hypotheſe der Löslichkeit eines neutralen humusſaueren Kalkes, eines Körpers, der wahrſcheinlich gar nicht exiſtirt, zu ſagen iſt.

Wenn Sie mir jetzt geſtatten, meine Herren, daß ich nochmals die Reſultate der Ihnen vorgelegten Unterſuchungen, durch mehr als 40 Proben, welche Ihnen vorliegen, und durch eine wohl noch größere Anzahl, welche ich zurückgeſtellt habe, unterſtützt, kurz zuſammenfaſſe, ſo behaupte ich: der neutrale humusſaure Kalk (deſſen Exiſtenz gar nicht bewieſen iſt, von mir aber in Zweifel geſtellt wird), ſowie der baſiſch humusſaure Kalk ſind Körper, die im Waſſer vollkommen unlöslich ſind.

Digitized by Google

Der Faserstoff, meine Herren, obschon er nicht immer in derjenigen Form auftritt, in welcher Sie insgesammt ihn als Holz kennen (das Holz besteht seiner größten Masse nach aus Faserstoff), ist nichts desto weniger ein Körper, der sich als Bestandtheil in jeder Pflanze nachweisen läßt; er wird deßhalb überall, wo eine Pflanze verwest oder fault, ebenfalls verwesen oder faulen; und da er in den meisten Fällen den seiner Menge nach vorwaltenden Bestandtheil ausmacht, so kann es nicht fehlen, daß, wenn Sie die Erscheinungen, welche während der Verwesung und Fäulniß des Faserstoffes vor sich gehen, gehörig erfaßt haben, Ihnen dadurch zugleich die Haupterscheinungen, welche bei den genannten Zersetzungsprozessen einer Pflanze oder eines Pflanzentheiles sich bemerkbar machen, klar geworden sein werden.

Der Faserstoff besteht aber der chemischen Untersuchung zu Folge aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, und zwar enthält er in 100 Gewichtstheilen:

52,5 Kohlenstoff,
42,3 Sauerstoff,
5,2 Wasserstoff,

welche Verhältnißzahlen ich festzuhalten bitte, weil wir sie bei den nachfolgenden Betrachtungen nöthig haben werden. Wird nämlich der Faserstoff vollständig verbrannt, d. h. wird er unter Umständen, welche einer raschen Oxydation seines Kohlenstoffes und Wasserstoffes günstig sind, mit hinreichendem Sauerstoffe zusammengebracht, so entsteht in Folge dieses Oxydations- oder Verbrennungsprozesses unter Feuererscheinung Kohlensäure und Wasser, welche beiden Körper in gasförmigem Zustande entweichen, so daß nach vollendeter Verbrennung von dem Faserstoffe nichts zurückbleibt. Dabei ist mit großer Sicherheit anzunehmen, daß der Wasserstoff wegen seiner Neigung zur Verbindung mit Sauerstoff, die bei ihm weit stärker vorhanden ist als beim Kohlen-

Digitized by Google

stoffe, zuerst verbrennt, und daß nur später erst der Kohlenstoff an die Reihe des Verbrennens gelangt. Daher sehen Sie denn auch, um Ihnen ein Beispiel zu geben, an der Flamme dieses brennenden Holzspahnes eine Verschiedenheit, je nachdem Sie dem Theile derselben, der das in der Verbrennung begriffene Holz unmittelbar berührt, oder jenem Theile, der am Meisten fern von dem Holze ist, Ihre Aufmerksamkeit zuwenden wollen; im ersteren, nicht sehr leuchtenden, nur blau gefärbten Theile findet die Verbrennung des Wasserstoffes statt, im anderen, stark leuchtenden dagegen verbrennt der Kohlenstoff. Die gleiche Erscheinung, und zwar noch weit deutlicher, können Sie an jeder brennenden Kerze beobachten; denn obschon das hierbei zur Verbrennung kommende Material eine andere Zusammensetzung besitzt, als der Faserstoff, so thut dies unserer Beweisführung doch nicht den geringsten Eintrag, indem Kohlenstoff und Wasserstoff auch hier unter günstigen Umständen mit dem Sauerstoffe der Luft zusammentreten und ungleichzeitig, d. h. der Wasserstoff früher als der Kohlenstoff, verbrannt werden. Sie sehen auch hier den unteren mit dem zur Verbrennung bestimmten Wachse in unmittelbarer Berührung stehenden Theil der Flamme wenig leuchtend und blau gefärbt, während der obere Theil derselben weiß und stark leuchtet, zum deutlichen Beweise, daß eben der Wasserstoff früher als der Kohlenstoff seine Verbindung mit dem Sauerstoffe eingeht.

In dem soeben Vorausgeschickten haben wir den Fall gesetzt, daß der Faserstoff unter für Verbrennung günstigen Umständen mit hinreichendem Sauerstoffe zusammengebracht werde; sehen wir jetzt einmal zu, was geschehen werde, wenn, indem alles Uebrige sich gleichbleibt, der Sauerstoff nicht zureicht. Hier lehrt aber die Erfahrung, daß die Verbrennung des Wasserstoffes ungeschmälert bleibt, während der Kohlenstoff, welcher, eben des Sauerstoffmangels wegen, nur zum geringen Theile ver-

Digitized by Google

brennen kann, in der Gestalt von Ruß mit seiner schwarzen Farbe zum Vorscheine kommt. Ich unterlasse es, Ihnen durch ein darauf bezügliches Experiment eine Thatsache anschaulich machen zu wollen, die gewiß von Ihnen Allen zur Genüge gekannt ist, und nur Dies hätten Sie festzuhalten, daß auch durch die Erscheinungen, welche die Verbrennung einer kohlenstoff- und wasserstoffhaltigen Substanz bei unzureichendem Sauerstoffe begleiten, die oben schon ausgesprochene Annahme, daß der Wasserstoff früher und vorzugsweise zur Verbrennung gelangt, gerechtfertigt wird.

Die Verwesung hat nun eine außerordentlich große Aehnlichkeit mit der Verbrennung. Zwar fehlt bei ihr die Feuererscheinung, allein das in chemischer Beziehung Wesentliche, nämlich die Bildung von Kohlensäure und Wasser unter Aufnahme von atmosphärischem Sauerstoffe, findet bei ihr ganz in derselben Weise statt, wie bei der Verbrennung, und es verdient Ihre besondere Beachtung, daß auch hier wieder vorzugsweise der Wasserstoff verbrennt, wodurch nothwendig nach und nach eine Anhäufung von Kohlenstoff in der verwesenden Substanz entstehen muß, trotzdem daß fortwährend mit dem Wasserstoffe auch Kohlenstoff wirklich verbrennt. Ich glaube, es kommt Ihnen, meine Herren, diese Entwickelung des Herganges der Verwesung etwas unklar vor, und namentlich scheint Ihnen die erwähnte Anhäufung von Kohlenstoff in der verwesenden Substanz, bei der fortwährend stattfindenden Kohlensäurebildung, geradezu ein Unsinn, allein gedulden Sie sich nur einen Augenblick, und die scheinbaren Widersprüche werden sich sogleich auflösen. Behalten wir nämlich auch bei der Verwesung das bei der Verbrennung gewählte Beispiel des Faserstoffes bei, und erinnern wir uns nochmals seiner Zusammensetzung (52,5 Kohlenstoff; 42,3 Sauerstoff; 5,2 Wasserstoff in 100 Gewichtstheilen).

Dieser so zusammengesetzte Faserstoff soll jetzt unter Umständen

Digitized by Google

gedacht werden, wo er verweſt, d. h. er ſoll im feuchten Zuſtande, denn dies iſt nothwendig, der Einwirkung der atmoſphäriſchen Luft längere Zeit ausgeſetzt ſein. Der Sauerſtoff der Luft wird ſich nun vor allen Dingen mit einem Theile des vorhandenen Waſſerſtoffes an der Oberfläche der Subſtanz verbinden, oder mit anderen Worten, es wird ein Theil Waſſerſtoff verbrennen und Waſſer bilden, wodurch ein entſprechender Theil Sauerſtoff und Kohlenſtoff des in Verweſung begriffenen Faſerſtoffes in Freiheit geſetzt werden muß. Da nun ferner wohlbegründeten chemiſchen Erfahrungen zu Folge verſchiedene Körper ſich um ſo leichter mit einander chemiſch verbinden, je mehr ſie unter Umſtänden auf einander treffen, wo ſie ſoeben eine chemiſche Verbindung mit einem anderen Körper verlaſſen haben, — ein Fall, der ja in unſerem Beiſpiele des Faſerſtoffes vorliegt, wo wir ſehen, daß Sauerſtoff und Kohlenſtoff zuſammenkommen, in dem Augenblicke, wo ſie ihre gemeinſchaftliche Verbindung mit Waſſerſtoff verlaſſen haben — ſo darf es nicht befremden, eine Kohlenſäurebildung d. h. Kohlenſtoffverbrennung wahrzunehmen, und zwar unter Umſtänden, wo gewöhnlich der Kohlenſtoff mit Sauerſtoff ſich nicht vereinigt, inſofern wir wiſſen, daß, um ein Stück Kohle zu verbrennen, d. h. mit Sauerſtoff zu Kohlenſäure zu verbinden, es nicht genüge, die Kohle mit Sauerſtoff in Berührung zu bringen, ſondern daß man vielmehr die Kohle vorher erhitzen müſſe. Es verbindet ſich ferner eine beſtimmte Menge Sauerſtoff nur mit einer ebenfalls genau beſtimmten Menge von Kohlenſtoff zu Kohlenſäure (die Kohlenſäure iſt ſtets im Verhältniſſe von 27,65 Kohlenſtoff und 72,35 Sauerſtoff dem Gewichte nach zuſammengeſetzt), und da in dem Faſerſtoffe ſo viel Kohlenſtoff vorhanden iſt, daß der gleichzeitig vorhandene Sauerſtoff, ſelbſt wenn er vollſtändig zur Bildung von Kohlenſäure verwendet wird, dennoch nicht ſämmtlichen Kohlenſtoff verbrauchen kann, ſo folgt daraus nothwendig, daß

Digitized by Google

Kohlenstoff übrig bleiben werde. Setzen wir daher, um beim Beispiele des Faserstoffes stehen zu bleiben, den äußersten Fall, daß nämlich 100 Theile dieses Körpers vollständig der reinen Verwesung unterlegen seien, so findet sich, daß, nachdem die 5,2 Theile darin enthaltenen Wasserstoffes sich mit dem Sauerstoffe der Luft zu Wasser verbunden haben, die 42,3 Theile Sauerstoff der Substanz sich mit 16,1 Theilen Kohlenstoff zu Kohlensäure vereinigen, und daß daher 36,4 Theile Kohlenstoff oder eine Substanz nachbleibt, die bei der chemischen Untersuchung in 100 Theilen 100 Theile Kohlenstoff enthalten würde. Nun ist zwar bis jetzt kein Beispiel einer so vollständig durchgeführten Verwesung eines Körpers, wo also blos reiner Kohlenstoff am Ende zurückbleibt, bekannt, vielmehr tritt erfahrungsmäßig bei allen Verwesungsprozessen endlich ein Abschnitt ein, wo aus hier nicht weiter zu erörternden Ursachen auch der Kohlenstoff auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffes zu verbrennen anfängt, so daß nach sehr langer Zeit durch fortgesetzte Verwesung gar nichts mehr von dem verwesten Faserstoffe wahrgenommen werden kann; allein für unsere Zwecke können wir füglich, wenigstens vorläufig, von diesem Umstande absehen, indem wir vor der Hand nichts weiter haben beweisen wollen, als daß eine verwesende Substanz bei angestellter chemischer Untersuchung immer reicher und reicher an Kohlenstoff gefunden werde, je weiter die Verwesung vorwärts geschritten ist, und daß dieser relative Reichthum nur dadurch ermöglicht wird, daß im Anfange vorzugsweise der Wasserstoff der Substanz auf Kosten des Sauerstoffes der Luft zu Wasser verbrennt, während die gleichzeitig sich bildende Kohlensäure vorzugsweise das Produkt der chemischen Verbindung des Kohlenstoffes und Sauerstoffes des verwesenden Körpers ist, an welchem der Sauerstoff der Luft keinen Antheil hat. Zur weiteren Bestätigung des soeben Vorgebrachten erlaube ich mir noch Ihnen in Kürze ein Paar der wirkli-

Digitized by Google

chen Beobachtung entlehnte Zahlenverhältnisse vorzulegen, aus denen das Anwachsen des Kohlenstoffgehaltes während der Verwesung recht gut ersehen werden kann. Während nämlich, wie Ihnen bekannt, unverwester Faserstoff 52,5 Prozent Kohlenstoff enthält, so enthielt in Verwesung begriffener Faserstoff 54 und noch besser verwester Faserstoff sogar 56 Prozent Kohlenstoff. Mit dieser chemisch geänderten Zusammensetzung des verwesenden Körpers sind denn auch, wie Sie wohl nicht anders erwarten dürfen, die physikalischen Kennzeichen verändert, und namentlich möchte ich Sie auf die eintretende braune, sich hin und wieder selbst ins Schwarze ziehende Färbung der Holzfaser, sowie anderer verwesenden Dinge aufmerksam machen, weil sie gewissermaßen geeignet ist, uns schon vorher das Resultat der wirklichen chemischen Zerlegung, nämlich den größeren Kohlenstoffgehalt, anzudeuten.

Sie haben sich also, um das eben Vorgebrachte kurz zusammenzufassen, unter Verwesung denjenigen freiwilligen Zersetzungsprozeß organischer Substanzen zu denken, bei welchem unter Aufnahme von atmosphärischem Sauerstoffe eine Bildung von Wasser und Kohlensäure aus den Elementen des verwesenden Körpers stattfindet, und ich habe mich ganz ins Besondere bemüht, Ihnen deutlich zu machen, wie und weßhalb die Wasserbildung nur auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffes, die Kohlensäurebildung dagegen vorzugsweise auf Kosten des Sauerstoffes der verwesenden Substanz zu Stande gebracht wird, und wie das Entstehen eines kohlenstoffreichen Körpers in allen den Fällen, wo der Sauerstoff der Substanz nicht ausreicht, um sämmtlichen Kohlenstoffgehalt zu Kohlensäure zu oxydiren, eine nothwendige Folge dieser Vorgänge ist. Das über die Verbrennung im engeren Sinne Mitgetheilte und den Betrachtungen über die Verwesung an die Spitze Gestellte sollte namentlich dazu dienen, um Ihnen den Umstand der früheren Verbrennung des Wasserstoffes in

Digitized by Google

Vergleichung mit dem Kohlenstoffe klarer werden zu lassen, ohne welchen ja, wie Sie jetzt selbst zugestehen müssen, eine Einsicht in den Hergang der Verwesung nicht möglich war.

Allein wir gedachten noch eines anderen Zersetzungsprozesses organischer Körper, den man mit dem Namen der Fäulniß bezeichnet. Auch er ist von uns näher ins Auge zu fassen, da seine Kenntniß später für uns von Wichtigkeit sein wird; und wie wir bei der Verwesung eine Besprechung der Verbrennung vorausschickten, so erlauben Sie mir bei der Fäulniß eine Begutachtung der Verkohlung voranzustellen, da uns die Erkenntniß dieser die Untersuchung jener im hohen Grade zu fördern vermag. Wir behalten auch hier das Beispiel des Faserstoffes bei, und wollen zusehen, was in Folge der vorgenommenen Verkohlung zum Gegensatze der Verbrennung daraus wird.

Wenn man nun unter Verkohlung denjenigen Zersetzungsprozeß einer organischen Substanz zu verstehen hat, durch welchen unter Anwendung von künstlich erzeugter Hitze und, was wohl zu beachten ist, unter Ausschluß des atmosphärischen Sauerstoffes die Zersetzung vor sich geht, so liegt auf der Hand, daß man es mit zum Theile ganz anderen Zersetzungsprodukten, als wie bei der Verbrennung, zu thun haben werde. Denn während bei der Verbrennung des Faserstoffes zunächst eine reichliche Wasserbildung bewirkt wird, insofern ja sämmtlicher Wasserstoff sich mit dem Sauerstoffe der Luft zu Wasser verbinden konnte, so tritt die Wasserbildung bei der Verkohlung des Faserstoffes sehr zurück; vielmehr können Sie sich den hier statthabenden Vorgang im Allgemeinen so vorstellen, als theilten sich der Sauerstoff und der Wasserstoff der Substanz in den mit ihnen früher gemeinschaftlich verbundenen Kohlenstoff, so daß jetzt Verbindungen des Sauerstoffes mit Kohlenstoff und des Wasserstoffes mit Kohlenstoff entstehen, wobei, wenn Sie einmal nachrechnen wollen, ein Rückstand von Kohlenstoff bleibt, um welches Rückstandes willen sogar die

Digitized by Google

Mehrzahl der technisch ganz im Großen ausgeführten Verkohlungen von Holz geschehen, wie Ihnen am Beispiele der Kohlenbrennerei hinreichend bekannt ist. Nehmen wir nämlich an, daß die 5,2 Theile Wasserstoff des zu verkohlenden Faserstoffes sich mit der größtmöglichen Menge Kohlenstoff, nämlich mit 32 Theilen, die 42,3 Theile Sauerstoff aber sich gleichfalls mit der größtmöglichen Menge Kohlenstoff, nämlich mit 16 Theilen, verbinden, so sehen Sie, daß nur erst 48 Theile Kohlenstoff zu neuen Verbindungen, welche in flüchtiger Form entweichen, verwendet worden sind, und daß von dem ursprünglich vorhandenen Kohlenstoffe über 4 Theile zurückbleiben müssen. Zwar werden Sie mir einwenden, daß, da ich mich selbst auf das Beispiel der Kohlenbrennerei berufen habe, eben in Folge dieses Beispieles meine aufgestellte Rechnung nicht richtig sein könne, weil hier offenbar mehr als 4 Prozent Kohlenstoff in der Gestalt von Holzkohle zurückbleiben, eine Sache, die ich als wahr ohne Weiteres einräume; allein ich ersuche Sie, bei diesem Einwurfe zu bedenken, daß ich bei der angeführten Rechnung mit Absicht erstlich alle Wasserbildung ausschloß (ein Umstand, der in der Wirklichkeit bei der Verkohlung des Faserstoffes oder Holzes niemals stattfindet), daß ich ferner annahm, aller Wasserstoff verbinde sich mit der größtmöglichen Menge Kohlenstoff zu dem sogenannten Leuchtgase (was ebenfalls in der Praxis nicht der Fall ist, wo sich vielmehr der Wasserstoff mit dem Kohlenstoffe in einem solchen Verhältnisse vereinigt, daß viel weniger als 32 Theile Kohlenstoff gebraucht werden), und daß ich endlich allen Sauerstoff mit Kohlenstoff zu Kohlensäure zusammentreten ließ (was gleichfalls nicht geschehen kann, da eine geringe Wasserbildung bei der Verkohlung nicht zu vermeiden ist, wozu also ein Theil des Sauerstoffes verwendet wird); alles nur, um Ihnen zu beweisen, daß Kohlenstoff übrig bleiben müsse. Denn haben Sie einmal erkannt, daß selbst unter so rein idealem Verhältnisse, wo

Digitized by Google

Alles darauf berechnet ist, möglichst viel Kohlenstoff zu verbrauchen, dennoch nicht aller Kohlenstoff gebraucht werden kann, so wird Sie das Rückbleiben von Kohlenstoff oder von kohlenstoffreicher Materie bei der nicht idealen, sondern wirklich stattfindenden Verkohlung der Holzfaser oder des Faserstoffes um so weniger befremden, vielmehr werden Sie ein solches Ereigniß als ein absolut nothwendiges schon im Voraus vermuthen. Die soeben angedeutete Eigenthümlichkeit der Zersetzungsprodukte, bedingt durch den Umstand, daß der Sauerstoff der Luft keinen Antheil an der Verkohlung haben kann, charakterisirt aber die Verkohlung hinreichend, obschon sie mit jener Verbrennung, wobei es an hinreichendem Sauerstoffe mangelte, Mancherlei und ins Besondere das Zurückbleiben einer kohlenstoffreichen Substanz gemein hat, die man hier schlechtweg Kohle, dort aber Ruß nennt.

Denken wir uns jetzt den Faserstoff der Pflanze dem freiwilligen Zersetzungsprozesse unter Umständen unterworfen, wo der Sauerstoff der atmosphärischen Luft völlig abgeschlossen ist, so werden dem Wesentlichen nach die dabei zu beobachtenden Erscheinungen dieselben sein, als wie bei der Verkohlung; es werden neben geringen Mengen von Kohlensäure und Wasser hauptsächlich Verbindungen des Wasserstoffes mit dem Kohlenstoffe entstehen, und es wird eine kohlenstoffreiche Substanz zurückbleiben, die sich dem reinen Kohlenstoffe mehr oder weniger nähert, gerade wie bei der Verkohlung. Ich erinnere Sie dabei an gewisse Erscheinungen unserer Sümpfe, auf deren Boden (also von Wasser bedeckt, wodurch die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes beinahe vollständig gehindert wird) eine Menge zum größten Theile aus Pflanzenfaser bestehende Pflanzenreste faulen. Fortdauernd steigen von dem Boden des Sumpfes Luftblasen in die Höhe, welche bei der Untersuchung als Kohlensäure und Kohlenwasserstoffgas, sogenannte Sumpfluft, sich ausweisen, worin Sie die gasförmigen Zersetzungsprodukte der faulenden Pflanzen

Digitized by Google

zu erkennen hätten; und zu allen Zeiten treffen Sie im Schlamme des Teiches eine schwarze, kohlenstoffreiche Substanz an, jenes andere Produkt der Fäulniß, welches der zurückbleibenden Kohle bei der Verkohlung des Holzes in den Meilern entspricht.

Beide geschilderte Zersetzungsprozesse organischer Körper, die Verwesung sowie die Fäulniß, sind nun, obwohl die erstere in unendlich bedeutenderem Grade, die Ursachen der Entstehung des Humus der Ackererde, eines Körpers also, der jetzt mit großer Bestimmtheit für das mehrfach besprochene, rückbleibende, kohlenstoffreiche Zersetzungsprodukt von Ihnen Allen anerkannt werden wird, und in Betreff welches es dem Vorausgeschickten zufolge keineswegs auffallen kann, wenn ich Ihnen mittheile, daß er sich nicht allein in der Ackererde und in Sümpfen, sondern auch im Torfe, in den Braun- und Steinkohlen, ja sogar im Ruße vorfindet.

Wenn ich jetzt, meine Herren, auf das heute Erörterte zurückblicke, so weiß ich zwar nicht genau, wie sehr ich vermocht habe, Ihnen eine klare Einsicht in die Einzelheiten des Prozesses der Verwesung und Fäulniß eines organischen Körpers zu verschaffen; allein Dessen bin ich gewiß, daß Keiner von Ihnen irgend wie noch einen Zweifel haben werde, daß der Humus des Bodens durch diese Prozesse sich bilde, und daß man in der Humusbildung einen Vorgang zu erkennen habe, bei welchem, ganz abgesehen von anderen vorhandenen Erscheinungen, eine Entwickelung von Kohlensäure stattfindet. Inzwischen kann ich diesen Gegenstand nicht verlassen, bevor ich nicht noch einige Bemerkungen gemacht habe, die zunächst dazu dienen werden, Ihnen noch ein Paar Gegenstände, deren Kenntnißnahme Ihnen bei der späteren Beurtheilung der Wirkung des Humus auf das Pflanzenleben von Wichtigkeit sein wird, in ein helles Licht zu stellen.

Vor allen Dingen nämlich müssen Sie daran denken, daß

Digitized by Google

wir bei der theoretischen Begründung der Verwesung wie der Fäulniß immer von der Verwesung des chemisch reinen Faserstoffes der Pflanzen, also von einem Körper ausgegangen sind, der als wesentliche Bestandtheile nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aufzuweisen hat. Ich habe schon im Eingange zu den Betrachtungen über die Verwesung und Fäulniß dieses Verfahren dadurch entschuldigt, daß ich darauf aufmerksam machte, wie der Faserstoff die Hauptmasse aller Pflanzen bilde, und wie es in der That keinen sonderlichen Unterschied in Betreff der wesentlichen Erscheinungen erzeuge, ob ich chemisch reinen Faserstoff oder Holz, Blätter, Wurzeln einer Pflanze verwesen lasse. Auf alle Fälle hätte sich entweichende Kohlensäure und eine kohlenstoffreiche, der ferneren Verwesung unterworfene Substanz d. h. Humus gebildet. Allein da in der Natur mit diesem Faserstoffe der Pflanzen stets noch andere Pflanzenbestandtheile vorkommen, die ebenfalls verwesen, und da es unter ihnen stets Einen giebt, der außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch noch Stickstoff als wesentlichen Bestandtheil enthält, so wird durch das stete Mitverwesen dieses stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheiles (man nennt ihn Pflanzenschleim, Pflanzeneiweiß u. s. w.) ein neuer stickstoffhaltiger Körper erzeugt, nämlich das aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzte Ammoniak, dessen Bekanntschaft Sie schon früher als Bestandtheil der atmosphärischen Luft zu machen Gelegenheit hatten. Dieses Ammoniak, bekanntlich ein gasförmiger, allein im Wasser höchst löslicher Körper, wird daher stets im Humus der Ackererde nachzuweisen sein, und zwar in um so größerer Menge, je mehr stickstoffhaltige Substanzen durch ihre Verwesung zur Bildung dieses Humus des Bodens beigetragen haben. (Ich erinnere nur beiläufig, daß thierische Substanzen weit reichlicher mit stickstoffhaltigen Bestandtheilen versehen sind, als die Pflanzen, und daß daher ein Humus, an dessen Bildung verwesende thierische Materien Antheil

Digitized by Google

nahmen, ammoniakreicher sein müsse, als ein Humus, der blos durch verwesende Vegetabilien gebildet ward; wir kommen bei einer späteren Unterhaltung auf diesen Ammoniakgehalt des Bodens, aus dieser Quelle entsprungen, zurück.)

Ein zweiter Punkt, der hier nicht mit Stillschweigen übergangen werden darf, ist der Salzgehalt des Humus. Ein Jeder von Ihnen weiß, daß, wenn man Holz oder einen anderen Pflanzentheil verbrennt, die sogenannte „Asche" zurückbleibt, in welcher sich diejenigen Bestandtheile der Holzsubstanz, welche nicht zu verbrennen und sich nicht zu verflüchtigen vermochten, vorfinden. Solche Asche d. h. unverbrennliche Substanzen liefert aber jede Pflanze ohne Ausnahme, obwohl je nach der Art der Pflanze in verschiedener Menge und, was äußerst wichtig ist, von verschiedener chemischer Zusammensetzung, sogar bei einer und derselben Pflanze angehörigen Pflanzentheilen. Ein Paar Beispiele, neben einander gestellt, und zwar von verschiedenen Pflanzentheilen einer und derselben Pflanze entlehnt, mögen Ihnen das Gesagte bestätigen, weßhalb ich aus der großen Menge bekannter Aschenuntersuchungen jene über die Asche des Weizenstrohes und der Weizenkörner, von Sauffure angestellt, herausgreife, und wobei ich bemerke, daß ähnliche Unterschiede zwischen dem Samen und den Blättern einer Pflanze sich stets finden.

In 100 Theilen Asche waren enthalten	des Weizenstrohes	der Weizenkörner.
Kali	12,5	15,
Phosphorsaueres Kali	5,	32,
Salzsaueres Kali	3,	0,16
Schwefelsaueres Kali	2,	
Phosphorsauere Erden	6,2	44,5
Kohlensauere Erden	1,	
Kieselerde	61,5	0,5
Metalloxyde (Eisen)	1,	0,25
Verlust	7,8	7,59

Digitized by Google

Ich enthalte mich jetzt aller weiteren Bemerkungen, die sich an diese Zahlenverhältnisse anreihen, da in dem Abschnitte, wo von den unorganischen Bestandtheilen der Pflanze in der zweiten Abtheilung unserer Unterhaltungen gesprochen werden soll, der geeignete Ort sich dazu darbieten wird; vielmehr wünschte ich blos, daß Sie aus dieser Tabelle ersehen möchten, ein wie zusammengesetzter Körper nicht selten solche bei der Verbrennung zurückbleibende Asche sei, indem Sie im vorliegenden Falle darin mehre schwefelsauere, phosphorsauere, kohlensauere u. s. w. Salze wahrnehmen. Aber eine Frage, meine Herren, erlauben Sie mir daran zu knüpfen, was nämlich Ihrer Ansicht nach in Betreff dieser hier als Asche erhaltenen Körper wohl geschehen werde, wenn wir das Weizenstroh oder die Weizenkörner, anstatt sie zu verbrennen, der Verwesung überlassen? — Nun, Sie werden ohne Zweifel vermuthen, daß diese nicht flüchtigen Körper nicht mit verwesen, sondern bei dem Humus und mit dem Humus im Boden zurückbleiben. — Sollte dies in der That Ihre Meinung sein, so hätten Sie allerdings vollkommen richtig vermuthet, insofern den Untersuchungen gemäß sich im Humus dieselben Salze wiederfinden, die man in der Asche zu erkennen vermag, vorausgesetzt, daß gleiche Pflanzen oder gleiche Pflanzentheile das eine Mal der Verwesung und das andere Mal der Verbrennung unterlagen. Sie werden sich daher keinesweges wundern, wenn Sie bei der Verbrennung des Humus, mag er nun seinen Ursprung von einem vegetabilischen oder thierischen Körper genommen haben, stets eine Menge verschiedener Salze als Asche zurückbleiben sehen, und zwar die nämlichen, die zurückgeblieben wären, wenn Sie den vegetabilischen oder thierischen Körper geradezu verbrannt hätten, ohne ihn verwesen zu lassen; und es bedarf daher in keiner Weise meiner besonderen Versicherung, daß wir in der Verwesung so gut wie in der Fäulniß, abgesehen von allen anderen damit verbundenen Erscheinungen, Pro-

Digitized by Google

zesse wahrzunehmen haben, durch welche dem Boden und der Ackererde stets ein gewisses Quantum mineralischer Substanzen zurückgegeben wird. Es steht durchaus nichts im Wege, die Verwesung auch in dieser Beziehung als eine Art im Boden vor sich gehender Verbrennung organischer Körper anzusehen, wobei zuletzt Nichts übrig bleibt, als „Asche" d. h. die nicht flüchtigen unorganischen Bestandtheile der verwesenden Pflanze. Mit einem Worte, der Humus enthält stets die Asche des organischen Körpers, aus welchem er entstand, und ich bitte Sie dringend, diese wichtige Thatsache Ihrem Gedächtnisse bewahren zu wollen, weil wir später in dem Kapitel der Düngung darauf zurückzukommen und sie als bekannt vorauszusetzen genöthigt sein werden.

Digitized by Google

Siebente Vorlesung.

Die Bestandtheile der Pflanzen.

Rückblick auf das in den vorstehenden Vorlesungen Gegebene. — Allgemeines über die Bestandtheile der Pflanzen. — Eintheilung der entfernten Bestandtheile der Pflanzen in zwei Klassen. — Elementar-Analyse.

Dem Plane gemäß beginnen wir heute den zweiten Hauptabschnitt unserer Unterhaltungen, in welchem wir es mit den Bestandtheilen der Pflanzen und mit der Beantwortung der Frage zu thun haben, von wo die Pflanze dieselben entlehnt; und wie es ja in allen Lebensverhältnissen sein Gutes hat, beim Anfange eines neuen Abschnittes einen Rückblick auf den soeben verlassenen zu thun, nicht blos, weil es so Sitte ist, sondern weil die Erfahrung aller Zeiten gelehrt hat, daß das richtige Verständniß und die Würdigung der Zukunft nur auf einer klaren Uebersicht der Vergangenheit beruht, so denke ich, wird dieser Vortheil bei unseren vorliegenden Bestrebungen ebenfalls nicht ausbleiben, wenn wir, bevor wir zu neuen Gegenständen vorwärts schreiten, den Blick nochmals auf das bisher Mitgetheilte in seiner Gesammtheit wenden.

Wir haben uns aber, gestützt auf die bis jetzt wenigstens ohne alle Ausnahme giltige Thatsache, daß nämlich sich weder neue elementare Stoffe bilden, noch daß der eine in den anderen sich umwandeln könne (Goldmacherei im alchymistischen Sinne des Wortes, die man weit richtiger als Goldverschwendung zu

Digitized by Google

bezeichnen hat), vor allen Dingen damit beschäftigt, zu erforschen, von welchen Körpern die Pflanzen umgeben sind, weil wir uns verständiger Weise sagen mußten, daß dies der einzig richtige Weg sei, um zu erfahren, von wo die Pflanze das ihr Nöthige entnehme; und insofern uns andere materielle Stoffe, mit welchen Pflanzen in Berührung kommen, und von welchen sie materielle Theile aufnehmen, außer Luft, Wasser und Boden nicht bekannt sind, so war es nahe liegend, die Untersuchung der Eigenschaften dieser drei genannten Körper allen anderen Betrachtungen an die Spitze zu stellen. Wiederum aber konnte es in keiner Weise für unsere Zwecke hinreichen, die Luft, oder das Wasser, wie es in der Natur vorkommt, oder den Boden als etwas Ganzes so ohne Weiteres zu untersuchen, vielmehr waren wir genöthigt, immer zu fragen, welches die verschiedenen Theile dieser sehr zusammengesetzten Körper seien.

Wir gelangten auf diese Weise bei der Luft zur Kenntniß des Sauerstoffes und Stickstoffes als derjenigen gasförmigen Körper, welche die atmosphärische Luft ihrer Hauptmenge nach zusammensetzten, und wurden durch den Umstand, daß man in der Atmosphäre überall und jederzeit kleinere oder größere Mengen von Wassergas, Kohlensäure und Ammoniak darin nachzuweisen im Stande war, gezwungen, auch diese drei Körper als für die atmosphärische Luft wesentliche Bestandtheile zu betrachten. Aus der großen Zahl bis jetzt bekannter elementarer d. h. chemisch nicht weiter zu zerlegender Stoffe fanden sich sonach, da, wie oben gezeigt wurde, das Wassergas aus Wasserstoff und Sauerstoff, die Kohlensäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff, das Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzt ist, nur vier derselben in der atmosphärischen Luft vor, nämlich Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Allein wir ließen es nicht blos dabei bewenden, zu ersehen, welche gasförmige Körper in der atmosphärischen Luft vorhanden seien, sondern wir stellten

Digitized by Google

uns ferner die Frage, wie diese Körper in die Luft gelangten und woher sie stammten. Die Beantwortung dieser Frage führte uns auf höchst wichtige Erscheinungen, zu Erscheinungen, die uns gleichzeitig Gelegenheit verschafften, einen tiefen Blick in die unendliche Weisheit in Anordnung der irdischen Dinge zu werfen; denn wir erkannten bei der Erforschung der Abkunft der atmosphärischen Bestandtheile auf das Entschiedenste, daß ein dauerndes normales Bestehen des gesammten Thierreiches ohne das gleichzeitige Vorhandensein einer Vegetation auf unserem Planeten nicht denkbar sei. Der Theil dieser Erscheinungen, der uns für unsere speziellen Absichten zunächst interessirte, ließ uns ferner wahrnehmen, daß mit Ausnahme des frei in der Luft vorhandenen Stickstoffes d. h. desjenigen Stickstoffes, der mit keinem anderen Körper chemisch verbunden war, alle übrigen Bestandtheile der Atmosphäre sich in einer ewigen Kreisbewegung befinden, in deren Folge ein Jeder, der eine nach größeren, der andere nach kleineren Umwegen, immer wieder zu dem früheren Zustande und zu dem früheren Verhältnisse zurückkehrte, natürlich nur, um alsbald diese Wanderung wieder von Neuem anzutreten. So sahen wir, daß das Ammoniak der Luft von hier in die Pflanzen übergehe, wo es zersetzt und zur Bildung der stickstoffhaltigen Bestandtheile verwendet wird: von da gelangt dieser Stickstoff des Ammoniakes in den Körper des Thieres, und endlich nimmt er, sobald er in seiner Verbindung mit anderen Elementen den thierischen Körper wieder verlassen hat, in Folge des Fäulniß- und Verwesungsprozesses seine frühere Beschaffenheit und Form wieder an, d. h. er verbindet sich wieder mit Wasserstoff zu Ammoniak, und mengt sich als gasförmiger Körper der Atmosphäre bei. Er hat sonach unter mancherlei Zersetzungen den Körper der Pflanze und des Thieres durchwandert, um wieder Das zu werden, was er erst war.

Das Gleiche, obwohl im Allgemeinen mit geringeren Um-

Digitized by Google

wegen, findet mit dem Wassergase der Luft statt. Es legt seine Gasform ab, und gelangt als Thau, Regen, Schnee u. s. w. aus der Atmosphäre zur Erde. Hier angelangt, dient es einer Menge von Körpern als Auflösungsmittel, geht zum Theile durch den Körper der Pflanzen und Thiere, wird dabei auf mancherlei Weise in seine Elemente zerlegt, stellt sich jedoch fortwährend aus denselben wieder her (durch Verbrennung, Verwesung, Fäulniß), und gelangt endlich durch die Verdunstung wieder als Wassergas zur Atmosphäre zurück, abermals nur, um den beschriebenen Kreislauf von Neuem zu beginnen.

Die Kohlensäure der Luft verhält sich eben so, auch ihre Elemente haben die Bestimmung, unter den mannigfaltigsten Verbindungen den Körper der Pflanzen und der Thiere zu durchwandern, um endlich als Kohlensäure wieder der Atmosphäre beigemengt zu werden, aus welcher sie ursprünglich stammte.

Fortdauernd und nie rastend sind endlich auch die Bewegungen des Sauerstoffes, wie dies in der zweiten und dritten Vorlesung Ihnen klar gemacht wurde.

Nicht zu vergessen war dabei das schöne Gesetz der Diffusion der Gase, welchem zu Folge sich gasförmige Körper der verschiedensten Schwere, selbst ohne mechanische Veranlassungen, wie etwa Winde, dennoch höchst vollständig mit einander vermengten.

Bei der besonderen Untersuchung des Wassers, die um deßhalb nothwendig ward, weil seine Hauptmasse im Zustande der tropfbaren Flüssigkeit auf unserer Erde vorkommt, und weil es in dieser Gestalt gewisse Eigenschaften besitzt, die es als Bestandtheil der Atmosphäre, als sogenanntes Wassergas, nicht zeigt, fand sich eine große Verschiedenheit je nach seinem Vorkommen auf der Erdoberfläche. So war das Regenwasser verschieden von dem Quellwasser, und dieses wiederum zeigte Verschiedenheiten von dem Fluß- und Seewasser. Allem Wasser

Digitized by Google

gemeinschaftlich, es mochte nun Regenwasser oder Seewasser, Fluß- oder Quellwasser untersucht werden, war der Umstand, daß es die Bestandtheile der Atmosphäre, also Sauerstoff und Stickstoff, Kohlensäure und Ammoniak, obwohl in verschiedenen Quantitäten, enthielt. Dann sahen wir, daß jedes Wasser, mit Ausnahme des Regenwassers, feste Körper, zumal Salze, gelöst enthielt, und daß dieser Salzgehalt in keiner Weise außer Acht gelassen werden durfte, wenn es sich um Beurtheilung der Wirkung irgend eines Wassers handelte. Wichtig erschien endlich die Erfahrung, daß Alles, was zur Erhaltung eines nicht unbedeutenden Theiles des Pflanzenreiches, nämlich der Seepflanzen, nothwendig war, sich ohne Ausnahme im Seewasser nachweisen läßt, wichtig zunächst um deßwillen, weil der so unüberlegte Ausspruch, daß eine Pflanze ein Ding sei, welches seine Nahrung mittels der Wurzeln aus dem Boden schöpfe, dadurch zurückgewiesen wird, indem wir doch auf der einen Seite zugeben müssen, daß diese Seepflanzen auch Pflanzen sind, und auf der anderen Seite erkennen, daß es Pflanzen gebe, welche keine zur Nahrungsaufnahme bestimmte Wurzeln besitzen, und eben deßhalb auch keinen Boden (in der agronomischen Bedeutung des Wortes) brauchen.

Die Betrachtung des Bodens endlich und die Untersuchung seiner Bestandtheile gab uns Veranlassung, zwei chemische Prozesse schärfer ins Auge zu fassen, ohne deren nähere Kenntniß es unmöglich war, eine klare Einsicht in die Entstehungsweise der Bodenbestandtheile zu gewinnen, ich meine die Verwitterung und Verwesung.

Wir theilten nämlich die im Boden vorkommenden Substanzen in solche, deren Abkunft unorganischer Natur war, die durch das Zerfallen und das Zersetzen der Gesteine entstanden, und in organische d. h. solche, die früher Theile von lebenden Körpern ausmachten, sich aber jetzt in einem mehr oder weniger

Digitized by Google

vorgeschrittenen Zustande der Zersetzung und Entmischung befinden. Im Allgemeinen bilden die Ersteren die Hauptmasse des Bodens, während die Letzteren nur als Beimengungen auftreten, und das Studium der Verwitterung ließ uns die Bildung Jener in derselben Weise erkennen, wie das Studium der Verwesung, uns Aufschluß gab über die Entstehung Dieser.

Was nun die Verwitterung anlangte, so erschien sie uns theils mechanisch, theils chemisch wirkend; im ersten Falle bedingte sie blos ein Zerfallen des verwitternden Gesteines zunächst durch den Frost, im anderen Falle dagegen begleitete das Zerfallen des Gesteines eine chemische Zersetzung und die Bildung neuer, insonderheit im Wasser löslicher Verbindungen, welche vorzugsweise unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nahmen, trotzdem daß gerade sie die am Wenigsten in die Augen fallenden Erscheinungen waren. Der Grund dazu lag ziemlich nahe. Denn insofern als bekannt vorausgesetzt werden durfte, daß die Pflanzen dem Boden nur solche Dinge entziehen, die im Wasser löslich waren, so hatten natürlich für uns die im Wasser löslichen durch die Verwitterung entstandenen Körper ein viel höheres Interesse, als die bei Weitem größere Masse von Sand und Thon, Körper, welche der Landpflanze zunächst nur eine mechanische Stütze darbieten, und bei der Ernährung der Pflanzen nur insoweit beachtenswerth sind, wie etwa dem Hungrigen und Durstigen die Teller und Gläser. Als solche im Wasser lösliche Produkte der Verwitterung lernten wir die Kieselsäure und eine Menge Salze, besonders kohlensauere und schwefelsauere kennen, und knüpften daran als am passendsten Orte eine Untersuchung der Abstammung der phosphorsaueren Salze in der Ackererde, womit wir die Untersuchung der unorganischen Bestandtheile des Bodens beendigten. Uebrigens muß es Ihnen bei aufmerksamer Betrachtung der verschiedenen Vorgänge der Verwitterung ersichtlich geworden sein, daß mit Ausnahme des

Digitized by Google

Stickstoffes und Ammoniakes ein Jeder der übrigen atmosphärischen Bestandtheile seine Rolle zu spielen hat, daß Jeder nach seiner Weise am verwitterbaren Gesteine nagt, und daß es sehr unrecht gewesen wäre, wenn wir die Wirkung der Atmosphäre als ein Ganzes betrachtet hätten, indem dabei sicher Nichts als Verwirrung und Unklarheit zum Vorscheine gekommen sein würde.

Ich benutze die hier gebotene Gelegenheit, noch Etwas in Betreff der phosphorsaueren Salze nachzuholen, was ich Ihnen früher mitzutheilen vergessen habe. Wenn Sie sich nämlich nach den besonderen Eigenschaften der in der Natur als Mineralien vorkommenden phosphorsaueren Salze umsehen, so finden Sie, daß sie ohne Ausnahme im Wasser unlöslich sind, und es mag billig Ihr Befremden erregen, in welcher Weise sie in die Pflanze gelangen, da Ihnen wiederholt versichert worden ist, daß nur lösliche Körper von denselben aufgenommen werden. In dieser Verlegenheit geben aber die im Boden vorhandenen kohlensaueren Alkalien und selbst das mit der Kohlensäure der Luft verbundene Ammoniak eine geeignete Auskunft, indem sich bei schärferer Untersuchung ergiebt, daß in Folge der chemischen Einwirkung dieser Körper auf die phosphorsaueren Kalk- und Magnesiasalze (beiläufig bemerkt, die am Häufigsten vorkommenden), durch Austausch der Kohlensäure gegen die Phosphorsäure, lösliche phosphorsauere Salze und unlösliche kohlensauere Salze entstehen. So bildet sich z. B., wenn man phosphorsaueren Kalk, der im Wasser unlöslich ist, mit dem im Wasser leicht löslichen kohlensaueren Kali oder kohlensaueren Ammoniake zusammenbringt, unlöslicher kohlensauerer Kalk und auflösliches phosphorsaueres Kali oder phosphorsaueres Ammoniak. Diese Erfahrung ist noch außerdem von Wichtigkeit, weil sie eine Einsicht in die Art und Weise der Wirkung des Knochenmehles, wenn solches als Düngungsmittel angewendet wird, und wovon später noch gesprochen werden soll, verstattet. Der phosphorsauere Kalk, der

Digitized by Google

Hauptbestandtheil des Knochens, ist nämlich im Wasser unlöslich, wird aber durch das mit dem Regenwasser herzugeführte Ammoniak, welches sich mit der Kohlensäure der Luft verbindet, in der besprochenen Weise zwar langsam, aber sicher zersetzt, so daß ein auflösliches phosphorsaueres Salz entsteht, welches nun von den Pflanzen aufgenommen werden kann. Beigehend bemerke ich noch, daß derselbe Prozeß auch mit einem anderen im Wasser sehr schwer und nur in geringer Menge löslichen, sonst aber außerordentlich häufig im Boden vorkommenden Salze stattfindet, nämlich mit dem schwefelsaueren Kalke, dem sogenannten Gypse. Auch dieser Körper kann durch kohlensaueres Ammoniak mit Leichtigkeit zersetzt, und aus dem schwerlöslichen schwefelsaueren Kalksalze ein leichtlösliches schwefelsaueres Ammoniaksalz gebildet werden.

Sehen wir aber diese Erfahrungen aus dem richtigen Gesichtspunkte an, so ist jetzt kein Hinderniß, auch dem Ammoniake der Luft an der Verwitterung der Gesteine seinen Antheil zukommen zu lassen, der somit in einer Zersetzung der natürlich vorkommenden phosphorsaueren Kalk- und Magnesiasalze und in Darstellung eines im Wasser löslichen phosphorsaueren Salzes zu suchen sein dürfte, so daß als bei der Verwitterung völlig unthätig nur der Stickstoff der atmosphärischen Luft in Zukunft aufgeführt zu werden braucht.

Schließlich ist in Betreff der Verwitterung noch zu erwähnen, daß sie sich nicht etwa blos am festen Gesteine übt, das noch im höheren Gebirge, Felsen bildend, ansteht, sondern daß sie es nicht verschmäht, sich auch an den schon durch Wasser weit fort transportirten und fein zerriebenen Gesteinen, sowie an dem kleinsten der Ackererde beigemengten und der Zersetzung durch Verwitterung fähigen Materiale mit allen ihren Modifikationen bemerkbar zu machen. Wir werden später nachweisen, daß die Brache derjenige landwirthschaftliche Prozeß ist, durch

Digitized by Google

welchen die schnelle Verwitterung derjenigen Bodenbestandtheile, die dazu überhaupt fähig sind, erzielt wird.

Bei der Verwesung, durch welche die Humusbildung bewirkt wird, zogen wir, um uns eine möglichst richtige Vorstellung von diesem Zersetzungsprozesse organischer Körper zu machen, die Verbrennung, Verkohlung und Fäulniß organischer Körper mit in den Bereich unserer Untersuchungen; und so überflüssig dies auch Manchem von Ihnen erschienen sein mochte, so bin ich doch der festen Ueberzeugung, daß Sie jetzt sämmtlich die Nothwendigkeit eines solchen Verfahrens eingesehen haben. Die Wasser- und Kohlensäurebildung, sowie die Entstehung eines festen zurückbleibenden kohlenstoffreichen Körpers, des sogenannten Humus in der Ackererde, konnte Ihnen nur auf diese Weise anschaulich gemacht werden, ganz abgesehen davon, daß Ihnen durch das spezielle Eingehen in die Natur des Verwesungsprozesses auch die Eigenschaften des Humus selbst klar geworden sind. Denn wenn wir bei der Schilderung der chemischen Eigenschaften des Humus vor Allem hervorhoben, daß er Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft fortdauernd absorbire, und daß er ebenso andauernd Kohlensäure entwickele, so konnten Sie mir zwar aufs Wort glauben, daß es sich wirklich so verhalte, besser war es jedoch immer, daß Sie selbst den Grund dieser Erscheinung und ihre Nothwendigkeit erfaßten, wie dies ohne Zweifel jetzt bei Ihnen der Fall ist. Bei der Untersuchung des Humus haben wir uns aber ferner von dem Ungrunde der überall verbreiteten Ansicht, daß humussauerer Kalk ein im Wasser auflösliches Salz sei, und daß er in Folge seiner Löslichkeit von den Pflanzen aufgenommen und zu ihrer Ernährung verwendet werde, durch zahlreiche direkte Versuche überzeugt, und sind dadurch genöthigt worden, die günstige Wirkung des Kalkes auf die Vegetation, die in keiner Weise geläugnet werden kann, in anderen Dingen als in der Bildung eines humus-

Digitized by Google

saueren Kalksalzes zu suchen. Zwar gehört die weitere Verfolgung dieses Gegenstandes, wie nämlich der Kalk auf den Humus des Bodens wirke, in ein späteres Kapitel, wo von der Düngung gehandelt werden soll, indessen sind mir bereits von so vielen Seiten Fragen und Einwendungen vorgelegt worden, daß ich mich genöthigt sehe, Ihnen die Ansicht der Chemiker in Betreff dieses Gegenstandes schon jetzt vorzulegen, damit Ihnen in Zeiten eine Beruhigung daraus erwachse. Thatsache ist, daß organische Körper, sie gehören nun der Pflanze oder dem Thiere an, wenn man sie mit Kalk und namentlich mit gebranntem Kalke zusammenbringt, sehr schnell völlig zerstört werden, weit schneller wenigstens, als dies ohne Kalk geschehen kann, und daß das Gleiche auch mit dem Humus, dem schon in Zersetzung begriffenen organischen Körper, der Fall ist. Es ist ferner ausgemacht, und durch eine große Menge bekannter Beispiele aus dem Laboratorium des Chemikers zu belegen, daß während des Zusammenbringens von einem Alkali mit einer vegetabilischen Substanz, die analog dem Faserstoffe u. s. w. zusammengesetzt ist, eine sehr kräftige Kohlensäurebildung unter Sauerstoffaufnahme eintritt, mit einem Worte, daß der organische Körper unter sonst gleichen Umständen weit schneller verwest in Berührung mit einem Alkali, als ohne dasselbe. Da nun der Kalk in seinen Eigenschaften den Alkalien sehr nahe steht, indem er den Uebergang von diesen Körpern zu den sogenannten Erden bildet, so liegt es sehr nahe, dem Kalke die gleiche Wirkung zuzuschreiben, und wenn schon durch die langsam vor sich gehende Verwesung eines organischen Körpers der Vegetation, wie dies später noch besonders nachgewiesen werden soll, ein großer Nutzen erwächst, so wird derselbe Nutzen natürlich in keiner Weise ausbleiben, ja er wird in den meisten Fällen noch bedeutend gesteigert werden, wenn man die Verwesung des Humus durch Kalk beschleunigt. Dies, meine Herren,

Digitized by Google

ist, so lange die jetzigen Erfahrungen der Chemiker noch ihre Geltung haben, die einzig richtige Ansicht über diesen Gegenstand, und ich bitte Sie nochmals dringend, jede andere Erklärung der Kalkwirkung, und es giebt deren Mehre, nur mit Vorsicht aufzunehmen und sorgfältig zu prüfen; nicht etwa der chemischen Theorie willen, wie so gern den Chemikern gegenüber behauptet wird, sondern lediglich, weil rationelle Landwirthschaft heut zu Tage mit Nutzen nur auf wissenschaftlicher Basis betrieben werden kann. Uebrigens giebt es, um Ihnen dies noch zu bemerken, gar keine chemische Theorie, in Folge deren die soeben ausgesprochene Wirkung des Kalkes auf Humus nothwendig oder auch nur wünschenswerth wäre, vielmehr ist sie ein durch die chemische Erfahrung begründetes Faktum, zu dessen Erklärung die Chemie selbst noch eine Theorie sucht, und es ist klar, daß, wenn ein solches Faktum bestritten werden soll, dieser Kampf nothwendig von der besseren Erfahrung der fortgeschrittenen Chemie als Wissenschaft, nicht aber von der gehaltlosen Theorie eines anderen Zweiges des menschlichen Wissens ausgehen darf.

Um jetzt nach diesem von Ihnen selbst veranlaßten Abschweife zu unserer Uebersicht zurückzukehren, so bleibt nichts übrig, als Sie schließlich noch zu erinnern, daß bei der Verwesung stickstoffhaltiger Substanzen Ammoniak gebildet werde, und daß daher, da jede Pflanze stickstoffhaltige Bestandtheile besitzt, auch in jedem aus Pflanzen entstandenen Humus Stickstoff enthalten sein muß, der bei der fortgesetzten Verwesung des Humus in der Form von Ammoniak entweicht. Daß natürlich bei der Verwesung eines Humus, der aus thierischen Substanzen entstand, in Folge des größeren Reichthumes an stickstoffhaltigen Bestandtheilen, in Vergleich mit dem reinen Pflanzenhumus, weit reichlicher Ammoniak gebildet werden müsse, versteht sich von selbst, und wir werden im Kapitel der Düngung noch ganz besonders von diesem Gegenstande und von dem schon oben besprochenen Aschengehalte eines

Digitized by Google

jeden Humus, dessen Wichtigkeit erst später gehörig gewürdigt werden kann, zu verhandeln haben.

Aus dem bisher Verhandelten ist ersehen worden, was von Seiten der Luft, des Wassers und Bodens der Pflanze möglicher Weise dargeboten werden kann; es fragt sich nun, was von alle dem Dargebotenen die Pflanze brauche. Um diese Frage zur Entscheidung zu bringen, muß man vor allen Dingen die Zusammensetzung der Pflanze kennen lernen, damit man sich nicht in unnützen Spekulationen verliert; denn findet sich z. B. in keiner Pflanze der Sand des Bodens wieder, nun so wird man wohl allen Grund haben, zu behaupten, daß der Sand zur Ernährung der Pflanze nichts beitrage.

Man theilt aber sämmtliche Pflanzenbestandtheile ein in nähere und entferntere, und Sie haben unter den ersteren solche zu verstehen, auf welche die Untersuchung zunächst und früher stößt, als auf die letzteren. So wird, wenn ich z. B. die Bestandtheile irgend eines Baumblattes untersuchen wollte, sich zu allererst ergeben, daß dasselbe Faserstoff, einen besonderen die grüne Farbe des Blattes bedingenden Stoff, Stärkemehl, Pflanzenschleim, Wasser, verschiedene Salze u. s. w. enthält, allein alle diese Körper sind immer noch zusammengesetzt, und um ihre Zusammensetzung zu erfahren, macht sich eine abermalige mit Jedem besonders vorzunehmende chemische Untersuchung nothwendig. Die bei dieser abermaligen Untersuchung sich endlich und zuletzt ergebenden Körper nennt man nun die entfernten Bestandtheile, eben weil die Erkenntniß Dieser weit weniger nahe liegt, als die Auffindung Jener.

Da nun ferner mit Ausnahme des Wassers und einiger Salze Keiner der näheren Pflanzenbestandtheile in der Luft, im Wasser oder im Boden vorhanden ist, da wir sie vielmehr als

Digitized by Google

Produkte des Pflanzenlebens ansehen müssen, die von Seiten der Pflanze nur dann produzirt werden können, wenn derselben die entfernteren Bestandtheile irgend woher geliefert werden, so ist klar, daß wir es hier nur mit diesen entfernteren Bestandtheilen der Pflanze zu thun haben, und daß es sich vor allen Dingen fragt, welches sind dieselben, und dann, wo kommen sie her.

Welches sind also die entfernteren Bestandtheile der Pflanzen? — Die Erfahrung hat gelehrt, daß von der großen Anzahl bekannter einfacher Stoffe nur wenige als entfernte Bestandtheile an der Zusammensetzung der Pflanzen Antheil nehmen, und daß die ungeheuere Mannigfaltigkeit der näheren Pflanzenbestandtheile nicht auf einer ebenso großen Mannigfaltigkeit der entfernteren Bestandtheile, als vielmehr auf der verschiedenen Quantität beruhe, in welcher sich Einige der am Häufigsten vorkommenden entfernten Bestandtheile mit einander vereinigen. Denn, um Ihnen ein Beispiel zu geben, die mit so abweichenden Eigenschaften begabte Holzfaser, wenn man sie mit dem Zucker vergleicht, hat dieselben Elemente wie der Zucker, beide bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, der Unterschied wird nur durch die relative Menge, in denen sich diese Elemente mit einander chemisch verbunden haben, bedingt.

Es finden sich aber im Körper der Pflanze als entfernteste Bestandtheile nur folgende Elemente vor: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Jod, Brom, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, Mangan und Silicium *) — Meine Herren, ich sehe, Sie entsetzen sich;

*) Ganz neuerlich hat man in der Pflanzenasche auch Fluor vorgefunden, obwohl nur in Spuren. Da nun derselbe Körper stets in den Zähnen und Knochen der Thiere vorkommt, und da er sich im Thierkörper nicht erzeugen, sondern nur mittels der vegetabilischen Nahrungsmittel dahin ge-

Digitized by Google

denn nicht nur, daß ich Ihnen soeben erst mittheilte, daß nur wenige Elemente in der Pflanze vorkämen, während Sie doch 16 zählten, so kommt noch dazu, daß es zum Theile erschreckliche Namen sind, von denen die Meisten von Ihnen noch niemals Etwas vernahmen. Ich muß Sie jedoch bitten, sich zu beruhigen; ich denke, Sie werden sich bei näherer Betrachtung der Dinge überzeugen, daß es nur die erste Ueberraschung war, die Sie betroffen machte, zumal ich hoffe, mit Wenigem Sie auf den Standpunkt versetzen zu können, von wo aus Sie die ganze Sache möglichst unbefangen zu beurtheilen im Stande sind.

Erstens nämlich giebt es 56 elementare Körper, und unter Berücksichtigung dieser Zahl wird Ihnen, so meine ich, doch wohl mein Ausspruch, daß nur wenige Elemente, nämlich nur 16, in der Pflanzenwelt vorkommen, gerechtfertigt scheinen. Ferner aber sind Ihnen von diesen 16 elementaren Bestandtheilen die 4 erstgenannten Körper, der Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, aus unseren früheren Unterhaltungen hinreichend bekannt; unter den 12 anderen treffen Sie auf 3, nämlich Schwefel, Phosphor und Eisen, von denen ich keck behaupten kann, daß Ihnen weder deren Namen, noch ein Theil ihrer Eigenschaften fremd ist; es bleiben mithin nur noch 9 Elemente übrig, in Betreff welcher die Meisten von Ihnen sagen könnten, noch niemals Etwas davon gehört zu haben. Allein wenn ich Ihnen erzähle, daß das Silicium, obschon Ihnen als Element fremd, in Verbindung mit Sauerstoff die Kieselsäure darstellt; daß Kalium und Natrium zwei Metalle

---

bracht worden sein kann, so ist es unzweifelhaft, daß sich diese Substanz bei genauerer Untersuchung in noch reichlicherer Menge durch die chemische Analyse der Pflanzenasche werde auffinden lassen, als dies bisher der Fall war. Das Fluor scheint ein ebenso konstanter Begleiter der Phosphorsäure im Mineralreiche zu sein, als wie wir dies von dem Mangan in Betreff seines Verhaltens zum Eisen kennen.

Digitized by Google

sind, die mit Sauerstoff vereinigt basische in Wasser lösliche Körper, also Alkalien erzeugen, deren Eines man Kali und deren Anderes man Natrum nennt, und die beide, mit Kohlensäure zu einem Salze verbunden, Ihnen unter dem Namen Pottasche und Soda gewiß schon oft unter die Hände kamen; daß Calcium und Magnesium zwei andere Metalle sind, deren Sauerstoffverbindungen unter dem Namen gebrannter Kalk und gebrannte Magnesia (oder Bittererde, weil die meisten Verbindungen dieser Base mit Säuren einen bitteren Geschmack zeigen) auftreten; daß Sie sich unter Mangan ein Metall vorstellen können, welches mit dem Eisen, mit dem es übrigens in der Natur stets zusammen vorkommt, die größte Aehnlichkeit besitzt; daß endlich das Chlor, das Jod und Brom streng genommen nur für die Seepflanzen Wichtigkeit hat, von deren Kultur Sie vor der Hand wenigstens noch absehen, und daß sogar das Chlor, insofern Sie sicher schon von der Salzsäure, der chemischen Verbindung von Chlor und Wasserstoff, haben sprechen hören, Ihnen trotz seines fremden Namens näher steht, als Sie anfänglich vermutheten; mit einem Worte, wenn ich Ihnen dieses Alles in Betreff dieser 9 elementaren Körper mittheile, so sehen Sie, daß Sie unnöthiger Weise erschraken, und daß die Zahl 16 weder groß genannt, noch die Hoffnung aufgegeben werden darf, recht bald mit Denjenigen dieser Körper, die für die Land- und Kulturpflanzen besonders nöthig sind, sich näher bekannt zu machen.

Diese 16 elementaren Körper lassen sich sehr passend in zwei Klassen eintheilen, zu welcher Eintheilung mehrfache Gründe vorliegen, obschon ich Ihnen hier nur den einen anführe, nämlich ihr Verhalten bei der Verbrennung und bei der reinen Verwesung. Mag ich nämlich eine Pflanze oder einen Pflanzentheil, es sei welcher es wolle, verbrennen oder vollständig verwesen lassen, stets werden Gewisse dieser elementaren Körper, zu neuen

Digitized by Google

Verbindungen zusammentretend, flüchtig und der Atmosphäre beigemengt, während andere nicht flüchtig auf dem Herde der Verbrennung als Asche oder bei der Verwesung als Salze im Boden zurückbleiben. Wir wollen daher nach ihrer soeben angedeuteten Eigenschaft die ersteren die flüchtigen, die letzteren dagegen die fixen, entferntesten Bestandtheile der Pflanze nennen, wobei ich, trotzdem daß ich ein allerdings ganz ungewöhnliches Eintheilungsprinzip wählte, in keinerlei Weise Verwirrung anzurichten befürchte, weil, wenn Sie auch anderwärts andere Prinzipien bei der Eintheilung dieser Stoffe befolgt sehen sollten, dadurch nur der Name, nicht aber die Sache verändert wird. So finden Sie z. B. von anderen Seiten her diese 16 Körper zwar auch in zwei Klassen geordnet, allein die Körper der ersten Klasse nennt man dort „allgemeine", Die der zweiten „besondere Pflanzenbestandtheile." Nichts desto weniger aber werden in der ersten Abtheilung genau dieselben elementaren Körper aufgeführt, wie in unserer ersten Klasse, und ebenso verhält es sich natürlich auch mit der zweiten Klasse; der ganze Unterschied besteht nur darin, daß dort von allgemeinen und besonderen, hier von flüchtigen und fixen Bestandtheilen (in dem oben angedeuteten Sinne) gesprochen wird. — Welch' eine unnütze Wortkrämerei, werden Sie bei sich denken! — Immerhin, meine Herren, denken Sie dies, ich lasse mir Ihren Vorwurf gern gefallen, denn er trifft mich nicht; habe ich es mir ja doch bei der Art, wie ich Ihnen die hierher gehörigen Gegenstände vorzuführen gedenke, zum Grundsatze gemacht, Ihnen auf die leichteste und schnellste Weise ein richtiges Verständniß des Vorzubringenden zu verschaffen, und in Folge dieses Grundsatzes zunächst (obwohl mir noch andere später zu entwickelnde Beweggründe zur Seite stehen) bezeichne ich die erste Klasse mit dem Namen der flüchtigen Bestandtheile, die zweite mit Dem der fixen, oder, wenn Sie berücksichtigen, daß die ersten bei ihrer Ver-

Digitized by Google

flüchtigung in die atmosphärische Luft entweichen, während die anderen auf dem Verbrennungsherde oder im Boden zurückbleiben, so können Sie wohl auch die Bezeichnung von atmosphärischen Bestandtheilen der Pflanze und von Aschen- oder Bodenbestandtheilen der Pflanze wählen, ohne daß dagegen etwas Vernünftiges einzuwenden wäre. Sollte sich nun später finden, daß die Pflanze die Körper der ersten Abtheilung aus der atmosphärischen Luft, die Körper der zweiten Klasse aber nur aus dem Boden in sich aufnimmt, so dürfte Ihnen die letzte Bezeichnung sogar als die natürlichste und allen anderen vorzuziehende erscheinen.

Die flüchtigen, oder atmosphärischen, oder allgemeinen Bestandtheile, mit einem Worte, die Bestandtheile der ersten Klasse sind: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, mithin vier der Zahl nach, alle übrigen gehören der zweiten Klasse an.

Nachdem wir sonach erkannt haben, welche Bestandtheile die Pflanze besitze, so wäre es durchaus folgerichtig, diejenigen, die Ihnen noch theilweise unbekannt sind, wie z. B. das Kalium u. s. w., in Kürze etwas näher zu betrachten, indessen kann ich dies füglich auf eine spätere Unterhaltung verschieben, da Körper, die Ihnen noch fremd wären, nur der zweiten Klasse angehören, und da wir vorerst nur mit den der ersten Klasse zugehörigen Elementen, also mit völlig bekannten Gegenständen zu thun haben, so daß wir uns ohne Weiteres zur Beantwortung der Frage, von wo die Pflanze den Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff hernimmt, wenden können. Allein auch diesen Punkt spare ich bis zu unserer nächsten Zusammenkunft auf, weil ich mir vorgenommen habe, Ihnen heute noch einen kleinen Ueberblick über die Methode zu verschaffen, deren sich der Chemiker bedient, um genau zu erfahren, wie viel von einem Jeden dieser vier Körper in einer vegetabilischen Substanz enthalten sei.

Ich machte Ihnen früher schon bemerklich, daß bei der voll-

Digitized by Google

kommenen Verbrennung eines organischen Körpers, d. h. bei der durch Hitze unter Zutritt genügenden Sauerstoffes stattfindenden Zersetzung desselben, sämmtlicher Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff in der Form von Kohlensäure, Wassergas und freiem Stickstoffe, oder der letztere Stoff wohl auch unter Umständen als Ammoniak, entweichen. Es liegt daher auf der Hand, daß ich in allen Fällen mit Bestimmtheit werde wissen können, wie viel in einer gegebenen Menge eines organischen Körpers Kohlenstoff vorhanden sei, wenn ich nur mit Bestimmtheit alle bei seiner Verbrennung erzeugte Kohlensäure auffangen und in eine Form bringen kann, in welcher sie sich wägen läßt; und ebenso muß ich einen genauen Zahlenausdruck für die Menge von Wasserstoff, die in einem solchen Körper vorhanden war, erhalten, wenn ich alles bei der Verbrennung gebildete Wassergas irgend wo zu Wasser verdichte, und dann gleichfalls wäge; der Bestimmung des Stickstoffes und Sauerstoffes hier ganz zu geschweigen. Mit einem Worte, es kommt einzig darauf an, kein Produkt der Verbrennung in die Atmosphäre entweichen zu lassen, wie dies bei allen anderen zu technischen Zwecken veranstalteten Verbrennungen organischer Körper geschieht, wo die flüchtigen Zersetzungsprodukte durch den Schornstein oder sonst wie davongehen, indem man ja gewöhnlich nur die bei der Verbrennung erzeugte Wärme zu nutzen beabsichtigt. Dieser Bedingung, welche der Chemiker an einen Ofen machte, worin erstlich eine höchst vollkommene Verbrennung und zweitens ein sehr vollständiges Auffammeln der entweichenden verschiedenen Verbrennungsprodukte, und zwar ein Jedes derselben gesondert zu ermöglichen war, ist nun in verhältnißmäßig sehr neuer Zeit entsprochen worden durch die Erfindung des sogenannten „Apparates zur Verbrennung organischer Körper". Ich habe einen solchen Apparat, da er nur mit großen Umständen in das Lokal unserer Versammlung hätte transportirt werden

Digitized by Google

können, in meinem Laboratorium aufgestellt *), und bitte Sie, mich dort zu besuchen. Sie Alle, meine Herren, werden diesem Apparate Ihre volle Theilnahme nicht versagen, wenn ich Ihnen die Versicherung gebe, daß nicht allein die genialsten Chemiker unserer Zeit ihren ganzen Scharfsinn aufbieten mußten, um den Apparat zu derjenigen Vollkommenheit seiner Einrichtung zu bringen, welche er jetzt erreicht hat, sondern daß auch die ganz neue Schöpfung der organischen Chemie als Wissenschaft sammt allen ihren auf Kunst und Gewerbe so einflußreichen Resultaten einzig und allein an diesen Apparat geknüpft war. Er entspricht in seiner jetzigen Einrichtung der Anforderung einer vollkommenen Verbrennung und einer vollständigen Auffammlung der Verbrennungsprodukte mit einer Genauigkeit, die nichts zu wünschen übrig läßt, und man kann wohl behaupten, daß noch nie eine Maschine oder ein Apparat erdacht worden ist, womit der beabsichtigte Zweck, sei es welcher es wolle, so sicher erreicht wird, als wie im vorliegenden Falle mit unserem Verbrennungsapparate.

*) Eine Abbildung dieses Apparates findet der Leser im angehängten Sachregister unter dem Artikel „Apparat zur Verbrennung organischer Körper".

Digitized by Google

Achte Vorlesung.

Der Kohlenstoff der Pflanzen.

Wo kommt der Kohlenstoff der Pflanzen her. — Untersuchung, ob er vom Humus des Bodens abstamme. — Untersuchung, ob er von der Kohlensäure abstamme.

Wenn ich mir heute, meine Herren, Ihre besondere Aufmerksamkeit erbitte, so geschieht dies nicht sowohl, weil ich vermeine, die Auffassung der Ihnen heute vorzutragenden Gegenstände sei vorzugsweise schwer, als vielmehr, weil ich weiß, daß ich Dinge vorzubringen habe, die mit den bisher in der Agrikultur unbedingte Geltung besitzenden Ansichten im Widerstreite stehen, und die eben deßhalb leicht Mißverständnisse erzeugen können, um so mehr, je befangener man ist. Es handelt sich heute nämlich darum, zu untersuchen, wo der Kohlenstoff, der ein entfernter, also elementarer Bestandtheil einer jeden Pflanze ist, von Seiten der Pflanze hergenommen wird.

Vorausgesetzt nun, daß Niemand von Ihnen sich der Ansicht hingiebt, es könne die Pflanze Kohlenstoff oder kohlenstoffhaltige Körper erzeugen, d. h. Kohlenstoff z. B. aus Wasserstoff, Stickstoff oder aus sonst einem anderen elementaren Körper bilden (eine Ansicht, die ich schon früher bekämpfte, und dabei erinnerte, daß im ganzen großen Gebiete der Chemie als Wissenschaft auch nicht eine einzige Thatsache vorliege, die nur im Entferntesten darauf hindeute, daß die Umwandlung des einen Elementes in

Digitized by Google

ein anderes möglich sei), so ist begreiflich, daß der Kohlenstoff der Pflanze aus den Umgebungen der Pflanze abstammen müsse, von wo er von Seiten der Pflanze aufgenommen und zu ihrem Wachsthume verwendet wird. Da wir aber ferner wissen, daß, außer der Kohlensäure und dem Humus, in den die Pflanzen umgebenden Medien, also in der atmosphärischen Luft, im Wasser und im Boden, keine weiteren kohlenstoffhaltigen Körper vorhanden sind, so kann natürlich nur von einer Untersuchung, ob die Kohlensäure, oder der Humus, oder ob vielleicht beide zusammen den Kohlenstoff liefern, gesprochen werden.

Ich werde mich zuerst mit dem Humus beschäftigen, und die Frage zu beantworten suchen, ob eine Aufnahme von Humus des Bodens von Seiten der Pflanze möglich ist, und dann erörtern, was für die Behauptung, daß der Humus zur Ernährung der Pflanze, also zur Darreichung von Kohlenstoff nöthig sei, und was dagegen spricht. Das gleiche Verfahren gedenke ich auch in Betreff der Kohlensäure einzuschlagen; und nur erst nachdem wir alles hierher Gehörige dargelegt haben, werden wir einen Schluß ziehen, dem es hoffentlich an Bündigkeit auf keinerlei Weise fehlen soll.

Kann Humus oder ein humussaueres Salz von Seiten der Pflanze aufgenommen werden? Diese Frage muß von vorn herein schon, ohne weitere Untersuchung, mit „Ja" beantwortet werden, da wir ja wissen, einmal, daß die Pflanze alles im Wasser Lösliche, was in den Bereich ihrer Wurzeln gelangt, aufnimmt, und das andere Mal, daß Humus oder humussauere Salze im Wasser gelöst werden können. Denn so weit ist man denn doch endlich in der Erkenntniß des Baues der Pflanze gekommen, um es wahrscheinlich zu finden, daß jede wässerige Auflösung, enthalte sie einen Körper, welcher es auch immer sei (wenn er nur die vegetabilischen Gewebe der Pflanze nicht geradezu zerstört), von der Pflanze aufgenommen werden kann.

Digitized by Google

Allein Das muß ich Ihnen, meine Herren, doch gleich hierbei zu bedenken geben, daß dadurch, weil eine Pflanze etwas aufnimmt, noch gar nicht bewiesen ist, daß sie das Aufgenommene zu ihrer Ernährung wirklich brauche; vielmehr stehen der Pflanze mehrfache Wege offen, das ihr Unbrauchbare aus ihren Zellen wieder auszuscheiden und, wie aus gewissen Experimenten hervorgeht, selbst dem Boden, von wo sie es entnommen hat, wieder zurückzugeben. Es wird also vorläufig Niemandem einfallen, die Aufnahme von Humuslösung oder eines humussaueren Salzes, wenn es im Wasser gelöst ist, von Seiten der Pflanzen in Zweifel zu ziehen, eben so wenig, als es Jemandem beikommen kann, die Aufnahme von Kupfervitriollösung, wenn man sie den Wurzeln der Pflanzen darbietet, zu bezweifeln, und alle Experimente, die auf nichts Weiteres ausgehen, als eine solche Aufnahme nachzuweisen, müssen in Zukunft als völlig überflüssig angesehen werden; es handelt sich jetzt blos darum, zu untersuchen, ob Humus und humussauere Salze in Folge ihres Kohlenstoffgehaltes zur Ernährung der Pflanze, im Sinne der bisher über diesen Gegenstand geltenden Ansicht, beitragen können.

Für diese Ansicht scheint nun ohne allen Zweifel zunächst die Wirkung des vegetabilischen und animalischen Düngers zu sprechen. Man weiß ja aus dem früher Entwickelten, daß durch Verwesung vegetabilischer und thierischer Substanzen Humus entsteht, und kennt mehr als tausendjähriger Erfahrung zu Folge das üppige Wachsthum von Pflanzen in Bodenarten, die gut gedüngt werden, die somit reich an Humus sind. Allein ich bitte Sie dringend, nicht außer Acht lassen zu wollen, daß diese Erfahrungen der günstigen Wirkung des Düngers und respektive Humus durchaus nicht beweisen, daß es gerade der Kohlenstoffgehalt sei, der diese günstige Wirkung hervorrufe, da wir ja schon früher entwickelten, daß im Humus noch viele andere Dinge außer dem Kohlenstoffe enthalten sind, die möglicher Weise

Digitized by Google

einen Werth für die Pflanze haben können, wie später noch untersucht werden soll; denn von der Wirkung des Humus als ein Ganzes ohne spezielle Berücksichtigung seiner verschiedenen Bestandtheile eine Behauptung entnehmen zu wollen, ist nicht viel besser, als zu behaupten, Sie hätten gestern ein Pferd für eine abgenutzte Geldbörse eingehandelt, weil Sie in der That dem Verkäufer eine solche, obwohl mit 50 Louisd'or gefüllt, überließen. Jedermann, wollten Sie so Etwas behaupten, würde Ihnen erwidern, daß Sie sicher auch ohne Ueberlassen der Börse das Pferd erhalten haben würden, wenn Sie nur den Inhalt aushändigten.

Der Humus, wie er im Boden vorhanden ist, kann aber zur Darreichung des Kohlenstoffes an die Pflanzen nichts beitragen, oder besser ausgedrückt, der Kohlenstoff der Pflanzen gelangt nicht in der Form von Humus oder eines humussaueren Salzes in die Pflanzen, wie im Folgenden bewiesen werden soll.

Hierher gehören vor Allen jene Versuche, wo man Samen in künstlichen Boden, z. B. in reinen Sand, brachte, und im Stande war, Pflanzen zu erziehen, die, obschon sie nicht vermochten, sich völlig zu entwickeln, d. h. es bis zur Bildung neuen keimfähigen Samens zu bringen, doch einen Kohlenstoffgehalt bei ihrer späteren Untersuchung nachweisen ließen, der in keinerlei Weise auf einer Humusaufnahme aus dem Boden begründet sein konnte, eben weil in dem Boden keiner vorhanden war. Zwar könnten Sie mir entgegnen, daß das Samenkorn selbst in Folge seiner Verwesung im Boden Humus erzeugt habe: allein diesen Einwurf auch zugegeben, so ist damit nichts gewonnen, denn der Kohlenstoffgehalt der Pflanze ist größer, als der ursprüngliche Kohlenstoffgehalt des Samens. Es muß also eine andere Quelle des vegetabilischen Kohlenstoffes geben, als den Humus. Dem so eben angeführten Beispiele schließt sich aber die an Hyazinthen zu machende Erfahrung sehr passend

Digitized by Google

an, indem bekanntlich die Zwiebeln dieser Gewächse ohne vorhandenen Humus im bloßen Wasser dazu gebracht werden können, eine Fülle von Blättern, Stengeln und Blüthen hervorzubringen, deren Kohlenstoff ebenfalls nicht im vorhandenen Humus seinen Ursprung haben konnte, der mithin anderswo hergenommen sein mußte. Allein man ist bei der beabsichtigten Beweisführung, daß der Kohlenstoff der Pflanze eine andere Quelle als den Humus haben müsse, nicht auf so unbedeutende Beispiele beschränkt, vielmehr bieten sich in dieser Beziehung sehr großartige Erscheinungen der Natur als passende Belege dar: ich meine nämlich unsere Waldungen.

Versetzen Sie sich doch einmal in Gedanken in die romantischen Thäler unserer sächsischen Schweiz, und beobachten das kräftige Wachsthum der Nadelhölzer auf dem dortigen Sandboden. Es entgeht Ihnen nicht, daß unendlich oft zwischen den Spalten völlig kahler Sandsteinfelsen der kräftige Stamm einer Kiefer emporstrebt, dessen Wurzeln nichts weniger als in einem humusreichen Boden sich befinden. Wo nehmen, so fragt man sich, diese Pflanzen ihren Kohlenstoff her, denn Humus ist im Boden nicht, oder doch nur so sparsam vorhanden, daß sein Kohlenstoffgehalt nur einige Loth beträgt, während das Gewicht des Kohlenstoffes eines einzigen solchen Baumes schon in die Zentner sich beläuft. Gewiß, man muß sich auch hier nach einer anderen Quelle des Kohlenstoffes umsehen, der Humus kann es nicht sein. Und wie mit solchen einzelnen Bäumen, so verhält es sich dort streng genommen mit Wäldern von vielen Meilen Ausdehnung. Der dort vorhandene Humus des Bodens entstand offenbar durch abgefallene Nadeln, kleine Zweige und Aeste und durch das am Boden wachsende Gestrüpp, sein sämmtlicher Kohlenstoff ist daher zu dem Kohlenstoffgehalte der Waldbäume, die ihn ja erst lieferten, noch hinzuzurechnen, und nun frage man, wo erhielten sämmtliche Bäume des Waldes

Digitized by Google

ihren Kohlenstoff her? Die Antwort ist und bleibt: vom Humus des Bodens nimmermehr; wird ja doch dieser Waldboden eben in Folge der auf ihm Platz greifenden Vegetation immer reicher an Humus anstatt ärmer. Betrachten Sie ferner Ihre Wiesen. Welch eine Menge Kohlenstoff nehmen Sie in jedem Jahre in der Form von Heu weg, und was thun denn Sie dazu, um dem Boden den ihm vermeintlich entnommenen Kohlenstoff, der dort als Humus vorhanden war, wieder zu ersetzen? Vielleicht möchte mir Einer von Ihnen antworten, der nöthige Humus entstehe immer wieder dadurch, daß die Wurzeln des Grases im Boden bleiben, und daß durch ihre Zersetzung Humus gebildet würde; nun wohl! allein woher kommt dann der Kohlenstoffgehalt dieser Wurzeln? Sie sehen, man dreht sich hier mit der Humustheorie im Kreise, und die einfachste Betrachtung ist im Stande, ihren Ungrund nachzuweisen.

Ich bin mehrfach Zeuge gewesen, daß man in dem Alpengebirge mit wahrer Lebensgefahr das Gras von Standorten abmäht, zu welchen der Steilheit wegen das weidende Rindvieh nicht gelangen kann. Man entnimmt also diesen Punkten alljährlich eine Quantität Kohlenstoff in der Form von Heu, die man in keinerlei Weise wieder ersetzt. Dieser Kohlenstoff soll nun Ihrer Ansicht gemäß im Humus des Bodens enthalten gewesen sein. Es hält aber nicht schwer, die Menge des Humus im Boden dieser steilen Gebirgsgehänge annähernd abzuschätzen. Viel konnte es nicht sein, denn überall blickte der nackte Fels hindurch. Allein setzen Sie eine beliebig große Zahl; wir sind im Stande, zu berechnen, wie viel Kohlenstoff darin vorhanden ist, und es liegt auf der Hand, daß wenn der Kohlenstoff des Heues von dem Humus herrührte, endlich und im vorliegenden Falle sehr schnell eine Zeit eintreten muß, wo es an Kohlenstoff fehlen wird, weil der Humus aufgezehrt, und mit ihm die Kohlenstoffquelle versiegt sein wird. Hätte ich nun, von solchen

Digitized by Google

Voraussetzungen ausgehend, den mit Gras schwer beladenen heimkehrenden Tyroler, dessen Vater und Großvater schon an diesem Platze ernteten, so wie es seine Söhne und Enkel ebenfalls thun werden, etwa anreden wollen: „Mein Freund! Du steigst ja alljährlich mit Gras beladen herab, trage doch Humus hinauf, oder es hat mit der Ernte bald Noth!" Was glauben Sie wohl, daß er mir geantwortet haben würde. Gewiß, er hätte mich mindestens für einen Narren gehalten. Sie Alle, meine Herren, hätten ihm beigestimmt, und doch hielt ich mich, als ich ihm meine Bemerkung mittheilte, streng an den Grundsatz, daß der Kohlenstoff des Grases vom Humus des Bodens herrühre.

Ferner. Glauben Sie wohl, daß der Humus des Düngers, den Sie auf Ihre Felder schaffen lassen, so viel Kohlenstoff besitze, als Sie bei der jährlichen Ernte in der Form von Getreide oder einer sonstigen Feldfrucht dem Felde wieder entnehmen? — Ich vermuthe, es scheint Ihnen so, denn Sie halten sich an Ihre Erfahrung, und da wissen Sie denn, daß Wer gut d. h. viel düngt, Der erntet auch gut d. h. viel. Und dennoch irren Sie sich! Der Kohlenstoff der Ernte hat noch allemal den Kohlenstoff des Düngers überstiegen (eine Behauptung, die in keiner Weise bestritten werden kann, da sie sich nicht auf bloße Vermuthung, sondern auf gründliche chemische Untersuchungen des Düngers und der entsprechenden Ernte stützt); es muß also, selbst zugegeben, daß sämmtlicher Humus des Düngers seinen Kohlenstoff an diese Pflanzen abgetreten habe, doch noch eine andere Kohlenstoffquelle existiren.

Sie sehen demnach, direkte Erfahrungen, zum Theile von der Art, daß Sie selbst schon öfters Gelegenheit hatten, sie ebenfalls zu machen, sprechen gegen die Annahme, daß der Humus als solcher zur Darreichung des Kohlenstoffes verwendet werde. Allein man kann denselben Beweis noch anders führen, und

Digitized by Google

kann dabei sogar zugeben, daß, obwohl den entscheidendsten Untersuchungen entgegen, der Kohlenstoff der Ernte dem Kohlenstoffe des Düngers entspreche, oder, wenn es Ihnen angenehmer ist, seiner Menge nach selbst kleiner sei.

Wenn nämlich der Humus entweder als solcher oder als humussaueres Salz von der Pflanze aufgenommen werden soll, um während des Wachsthumes derselben zersetzt zu werden und seinen Kohlenstoff abzutreten, so muß er oder sein Salz offenbar im Wasser gelöst sein, weil der Erfahrung gemäß nur Auflösungen irgend eines Körpers von der Pflanze aufgesaugt werden können. Allein da stößt man sogleich auf neue Schwierigkeiten, welche sich in der sehr großen Schwerlöslichkeit des Humus und in dem Umstande darbieten, daß leicht lösliche humussauere Salze im Boden und namentlich in der Ackererde nicht vorhanden sind. Denn selbst vorausgesetzt, es sei in irgend einem Boden eine so große Menge von Humus enthalten, daß sein Kohlenstoff mehr als hinreiche, um den Kohlenstoffbedarf der Pflanze zu decken, so gehört doch eine so große Menge Wasser zur Auflösung einer dem Kohlenstoffbedarfe der Pflanze entsprechenden Menge von Humus, als der Regen, der während der Sommermonate auf einen gewissen Landstrich fällt, nicht zu liefern vermag. Es fehlt also selbst bei reichlichem Vorhandensein von Humus am Auflösungsmittel. Wenden Sie mir nicht ein, daß dieses Alles blos Vermuthungen seien, und daß man die Regenmenge, welche im Durchschnitte jährlich auf einen Landstrich falle, nicht zu bestimmen vermöge. Die Physik besitzt allerdings derartige Hilfsmittel, die sogenannten Regenmesser. Man ist daher sehr wohl im Stande, die Menge Wasser, welche einem Felde während der Sommermonate durch Regen u. s. w. zugeführt wird, durch eine Zahl auszudrücken, und da man das Verhalten der Ackererde oder besser des Humus derselben gegen Wasser ebenfalls kennt, so kann man sehr leicht zu dem auf an-

Digitized by Google

dere Weise schon erhaltenen Resultate kommen, daß nämlich der Humus des Bodens als solcher von der Pflanze nicht in der Menge aufgenommen werden kann, in welcher er aufgenommen werden müßte, wenn er den Kohlenstoff derselben liefern soll.

Wenn wir demnach nachzuweisen im Stande sind, erstlich, daß Pflanzen Kohlenstoff produziren können, ohne daß Humus im Boden vorhanden sei; daß in vielen Fällen der Kohlenstoffgehalt der Pflanze größer sei, als der Kohlenstoff des Humus im Boden; daß der Kohlenstoffgehalt der Feldfrüchte stets größer sei, als der Kohlenstoffgehalt des Düngers; daß im Boden keine leicht löslichen humussaueren Salze vorhanden sind; daß die vorhandenen schwerlöslichen humussaueren Salze mit Einschluß des Humus eine so große Menge Wasser zu ihrer Lösung erfordern, als in der Form des Regens und sonstigen atmosphärischen Wassers nicht fällt; ja daß endlich der Humus, also der Kohlenstoffgehalt des Bodens, durch die Vegetation selbst mehr und mehr sich zu vergrößern vermag; so weiß ich nicht, ob man nun noch immer von der Nothwendigkeit des Humus für die Vegetation, *insofern er als solcher von der Pflanze aufgenommen, und sein Kohlenstoff an dieselbe abgegeben werden soll*, sprechen darf.

Unter solchen Umständen bleibt nichts übrig, als zu untersuchen, ob die Kohlensäure der atmosphärischen Luft im Stande sei, den Kohlenstoffbedarf der lebenden Vegetation herzugeben. Ehe wir darüber entscheiden, wollen wir jedoch sorgfältig Alles abwägen, was für und was gegen eine solche Annahme vorzubringen ist.

Für die Behauptung, daß die Kohlensäure der atmosphärischen Luft den Pflanzen den nöthigen Kohlenstoff liefere, spricht aber vor allen Dingen der Umstand, daß, da der Kohlenstoff der Pflanze doch einen Ursprung, eine Abstammung haben muß, und da es dem Vorausgeschickten zu Folge der Humus des

Digitized by Google

Bodens nicht war, es nur die Kohlensäure sein kann, da ja außer Humus und Kohlensäure kein kohlenstoffhaltiger Körper bekannt ist, mit welchem die Pflanze in Berührung tritt.

Ferner ist das Vorkommen und die Löslichkeit der Kohlensäure im Wasser zu berücksichtigen, insofern beides die eben aufgestellte Annahme sehr begünstigt. Ueberall nämlich ist, wie im Beginne unserer Unterhaltungen gezeigt wurde, Kohlensäure in der Atmosphäre vorhanden, stets werden derselben neue Quantitäten zugeführt, Kohlensäure ist in jedem Wasser enthalten, man sammele das Wasser, wo man nur immer wolle. Noch niemals hat irgend Jemand beweisen können, ja es hat meines Wissens noch niemals irgend Jemand beweisen wollen, daß eine Pflanze bei völligem Ausschlusse der Kohlensäure vegetirt habe. Die stärkste Beweiskraft für die Behauptung der Pflanzenernährung durch Kohlensäure möchte ich aber in dem Umstande sehen, daß während der Aufnahme der Kohlensäure von Seiten der Pflanze Sauerstoff abgeschieden, also offenbar ein chemischer Prozeß hervorgerufen wird, der einen sehr zu beachtenden Fingerzeig abgiebt. An diesem Faktum darf in keiner Weise gezweifelt werden, indem es von so vielen Beobachtern festgestellt worden ist, und Sie Alle, meine Herren, entsinnen sich noch sehr wohl des früher in dieser Beziehung Mitgetheilten (vergl. S. 32), ja Mehre von Ihnen sind, meiner Einladung in mein Laboratorium folgend, Zeuge dieses Vorganges gewesen. Die Chemie, welcher als Wissenschaft die Beurtheilung dieser Sauerstoffabgabe allein zusteht, kennt keine andere Erklärung, als daß nur in Folge der aufgenommenen und zur Bildung der kohlenstoffhaltigen näheren Pflanzenbestandtheile verwendeten Kohlensäure eine Zersetzung von Wasser und somit Sauerstoffausscheidung stattfinde.

Schließlich kann ich mich nicht enthalten, ein hierher gehöriges Experiment zur weiteren Unterstützung der Behauptung,

Digitized by Google

daß die Kohlensäure den Kohlenstoff der Pflanze hergiebt, Ihnen mitzutheilen, und zwar erlauben Sie mir, daß ich mich ausnahmsweise der eigenen Worte Dessen bediene, von dem es angestellt ward*). „Nichts ist", so heißt es, „trotz der unendlichen Menge Arbeiten über die Ernährung der Pflanzen bisher noch unsicherer gewesen, als die Ansichten über die nothwendigen Nahrungsstoffe der Pflanze, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil man die Sache von hinten anfing, und Experimente und Spekulationen an die ganzen komplizirten Pflanzen verschwendete, statt sich erst nach dem Gesetze für die einfachsten Fälle umzusehen. Der einfachste und natürlichste Gegenstand für solche Untersuchungen ist aber Protococcus viridis oder eine andere Conferve, die aus einer oder wenigen Zellen besteht, alle allgemeinen und dem Leben der Zelle wesentlichen Stoffe enthält und frei schwimmend im Wasser lebt. Diese Pflanzen bedürfen zu ihrem Vegetiren nichts als reines Wasser (?), welches aus der Atmosphäre Kohlensäure und Ammoniak, welche beide stets darin enthalten sind, aufnehmen kann, und vielleicht eine geringe Quantität von unorganischen Salzen, deren Nothwendigkeit für die Vegetation dieser einfachsten Pflanzen bis jetzt aber nur nach Analogie mit den höheren Pflanzen vorausgesetzt wird, nicht aber erwiesen ist. Hiermit ist Alles gegeben, was sie brauchen. Leicht ist aber das Experiment zu machen, daß sie in einem Wasser, welches man beständig mit einer größeren Menge von Kohlensäure schwängert (etwa indem man ein Gefäß, welches gährende Stoffe enthält, durch ein Glasrohr mit demselben in Verbindung setzt), freudiger und üppiger gedeihen, als in einem Wasser, welchem man Dammerdeextrakt, also Humussäure und humussauere Salze, zugesetzt hat. Sie gedeihen sogar in letz-

*) Vergl. Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Zweite Auflage. Leipzig 1845. Erster Theil S. 275.

Digitized by Google

terem nicht so gut, als in reinem Wasser, Beweis genug, wie unwesentlich diese Substanzen für das Leben der Zelle sind."

Es liegt sehr nahe, nach dem bis jetzt Vorgebrachten ohne Weiteres durch ein Endurtheil den ganzen in Frage gestellten Gegenstand abzuschließen. Allein wir haben uns vorgenommen, völlig unparteiisch zu Werke zu gehen, und wir sind deßhalb genöthigt, noch zu untersuchen, was gegen die Annahme der Pflanzenernährung durch Kohlensäure einzuwenden ist.

Nicht lange, nachdem man die Vermuthung ausgesprochen hatte, es sei die Sauerstoffausscheidung der lebenden Pflanzen unter Einwirkung des Lichtes im engsten Zusammenhange stehend mit der Kohlensäureaufnahme, fand man, daß von Seiten derselben Pflanzen während der Nacht Kohlensäure ausgeschieden, Sauerstoff dagegen aufgenommen werde, und zwar nahm man von gewissen Seiten keinen Anstand, sogleich diese täglichen und nächtlichen Vorgänge des Pflanzenlebens mit einander in Verbindung zu bringen. Denn ohne zu untersuchen, wie sich die Menge des ausgeschiedenen und aufgenommenen Sauerstoffes und der Kohlensäure zu einander verhalten, behauptete man, daß der in der Nacht aufgenommene Sauerstoff derselbe sei, welcher am Tage wieder ausgeschieden werde, und daß umgekehrt die in der Nacht ausgeschiedene Kohlensäure nur als die während des Tages aufgenommene angesprochen werden dürfe.

Sie begreifen vollkommen, meine Herren, daß, verhielte sich die Sache wirklich so, natürlich von einer Kohlenstoffdarreichung von Seiten der Kohlensäure an die Pflanze nicht die Rede sein könne, denn gleiche Mengen abgeschiedener Kohlensäure, von gleicher Menge aufgenommener Kohlensäure abgezogen, lassen bekanntlich keine Kohlensäure übrig, die zur Ernährung der Pflanze verwendet werden könnte. Allein die Sache verhält sich nicht so. Zwar soll der oben angegebene Prozeß der Sauerstoffaufnahme, sowie der Kohlensäureabscheidung, beide während der

Digitized by Google

Nacht, nicht in Abrede gestellt werden, allein das Experiment hat gezeigt, daß der während des Tages abgeschiedene Sauerstoff bei reichlich zur Aufnahme vorhandener Kohlensäure mehr beträgt, so daß die Bildung einer sauerstoffreicheren Atmosphäre die nothwendige Folge des Pflanzenlebens ist. Einer der hierauf bezüglichen Versuche ist folgender. Man schnitt von einer Wiese ein Stück Rasen von 4 Zoll im Quadrate, legte es in eine Porzellanschale, die in einem weiten Gefäße auf Wasser schwamm, und stürzte über dieselbe eine große Glasglocke in der Art, daß dadurch eine bestimmte Menge atmosphärischer Luft (230 Kubikzoll betragend) mit dem Grase gleichzeitig von der äußeren atmosphärischen Luft abgesperrt wurde. Von Zeit zu Zeit ward auf geeignete Weise der Rasen befeuchtet, und dem Wasser, worauf die Schale schwamm, Kohlensäure zugesetzt. Nach 8 Tagen nun, während welcher Zeit das vegetirende Gras natürlich dem abwechselnden Eindrucke des Tageslichtes und der Nacht ausgesetzt gewesen war, hatte sich das Volumen der Luftmenge um 30 Kubikzoll vergrößert, und die Untersuchung lehrte, daß diese abgesperrte Atmosphäre 4 Prozent Sauerstoff mehr enthielt, als die äußere Luft. Offenbar konnte dieses Resultat nicht zum Vorscheine kommen, wenn während der Nacht allemal ebenso viel Sauerstoff wieder aufgenommen worden wäre, als während des Tages abgeschieden wurde. Ebenso verhält es sich aber auch mit der Kohlensäure.

Ueberhaupt war es ein großer Irrthum, diese nächtlichen Vorgänge mit Denen des Tages in Zusammenhang bringen zu wollen, was Ihnen hoffentlich folgende einfache Darlegung dieser Prozesse klar machen wird. Die Pflanze steht zu allen Zeiten, während des Tages sowie während der Nacht, mit ihrer Umgebung und den Bestandtheilen dieser Umgebung in Wechselwirkung, in deren Folge eine fortdauernde Aufnahme und Abgabe des Einen oder des Anderen dieser Bestandtheile stattfindet. So

Digitized by Google

gehen z. B. eine Menge Oxydationsprozesse einzelner Pflanzenstoffe, also Vorgänge, durch welche der Umgebung Sauerstoff entzogen wird, bei Tage wie bei Nacht vor sich, allein die dadurch bewirkte Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft kann natürlich bei Tage nicht bemerkt werden, weil die unter der Lichteinwirkung von Seiten der lebenden Pflanze bewerkstelligte Sauerstoffausscheidung weit mehr beträgt, so daß, wie aus vorstehend mitgetheiltem Experimente zu ersehen ist, trotz dieser fortdauernden Oxydation dennoch die Luft mehr Sauerstoff wieder erhält, als ihr überhaupt genommen wird. Eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes der umgebenden Luft kann nur bei Nacht beobachtet werden, weil sie natürlich hier durch keine Sauerstoffabgabe von Seiten der Pflanze verdeckt wird. Die Kohlensäure anlangend, so wird auch sie bei Tage und bei Nacht von der lebenden Pflanze aufgenommen, allein nur während des Tages wird sie, in Folge der Lichteinwirkung, zur Ernährung der Pflanze verwendet, in der Nacht hingegen geht sie, von der Pflanze ungenützt, mit dem fortwährend von der Blattoberfläche verdunstenden Wasser, also in Folge eines rein mechanischen Gesetzes, wieder in die Atmosphäre zurück, ohne daß irgend ein Grund vorhanden ist, anzunehmen, sie sei dieselbe, die während des Tages aufgenommen worden sei.

Ein zweiter und letzter Einwurf gegen die Behauptung, daß die Kohlensäure den Kohlenstoff der Pflanze liefere, könnte noch von der anscheinend so geringen Menge der in der Luft nachzuweisenden Kohlensäure entnommen werden, da wir ja früher nachwiesen, daß durchschnittlich in 10,000 Raumtheilen Luft nur 4 Raumtheile Kohlensäure enthalten sind. Wie mag doch, so könnte man fragen, eine so kleine Menge einer so ungeheueren Masse von Pflanzen den nöthigen Kohlenstoff darzureichen im Stande sein? — Allein eben diese kleine in der Luft nachzuweisende Menge möchte ich weit eher als einen Beweis für

Digitized by Google

obige Behauptung ansprechen. Denn wenn Sie sich erinnern wollen, welch reichhaltige und fortdauernd sich erneuernde Ursachen der Kohlensäurebildung allerwärts auf unserer Erdoberfläche vorhanden sind (es ist in den Unterhaltungen, welche die atmosphärische Luft zum Gegenstande Ihrer Betrachtungen machten, davon ausführlich gesprochen worden), und wenn man trotzdem keine größeren Anhäufungen von Kohlensäure in unserer Atmosphäre wahrnimmt, so mußten wir uns nach einer Ursache umsehen, welche dieser Anhäufung entgegen arbeitete. Wir haben nun früher diese Ursache in dem Pflanzenleben gesucht, und meinen sie jetzt als wirklich darin begründet gefunden zu haben. Nach dem ebenfalls schon früher erörterten Gesetze der Diffusion der Gase (vgl. S. 42 f.) wird, in Gemeinschaft mit den stets vorhandenen Bewegungen der Luft durch Winde u. s. w., in jeder Sekunde die irgendwo der Luft genommene Kohlensäure sogleich durch neue ersetzt, so daß es gar nicht nöthig ist, eine Anhäufung von Kohlensäure in der unmittelbaren Umgebung einer Pflanze nachzuweisen, um den großen Verbrauch dieses gasförmigen Körpers, der doch in so kleiner Menge in der Luft vorhanden ist, glaubhaft zu machen.

Wenn ich jetzt endlich dahin gekommen bin, eine Entscheidung der im Eingange unserer heutigen Unterhaltung aufgestellten Frage, ob der Humus des Bodens als solcher, oder ob die Kohlensäure der Luft den Kohlenstoffbedarf der Pflanze hergebe, zu fällen, so scheint es mir fast, als könnte ich mich dieser Mühe überheben, indem die Antwort, daß es nur die Kohlensäure sein könne, zu offen auf der Hand liegt, als daß ich nöthig hätte, von der Logik Anwendung zu machen. Denn wenn wir sahen, daß Pflanzen ohne Humus wachsen können; daß der Humus, wenn er überhaupt im Boden sich findet, sehr gewöhnlich in so geringer Menge vorhanden ist, daß sein Kohlenstoffgehalt bei Weitem nicht zulangt, den Kohlenstoffgehalt der auf

Digitized by Google

diesem Boden wachsenden Vegetation zu decken; daß selbst der Kohlenstoffgehalt des kunstmäßig angewendeten vegetabilischen und animalischen Düngers den Kohlenstoffgehalt der Ernte nicht erreicht; daß endlich, wenn er auch im Uebermaße im Boden zu finden wäre, es ihm an genügendem Wasser zur Auflösung fehlen würde; so schlossen wir, daß es der Humus nicht sei, von welchem der Kohlenstoff der Pflanzen seinen Ursprung hat. Dagegen erkannten wir in der Kohlensäure denjenigen Körper, welcher die Pflanze mit dem nöthigen Kohlenstoffe versorgt, weil außer ihr und dem Humus kein anderer kohlenstoffhaltiger Körper in der Umgebung der Pflanze aufzufinden ist; weil sie fortdauernd in der Umgebung der Pflanze, obschon in kleiner, doch in sich stets erneuernder Menge vorhanden ist; weil endlich während ihrer Aufnahme von Seiten der Pflanze eine Sauerstoffausscheidung vor sich geht, welche als Beweis ihrer Verwendung zur Darstellung kohlenstoffhaltiger näherer Pflanzenbestandtheile betrachtet werden muß.

Ich sehe, meine Herren, trotz meiner ausführlichen Beweisführungen, sind Ihnen doch noch einige Bedenken geblieben. Sie haben zwar eingesehen, daß in einigen Fällen Pflanzen ohne Humus wachsen können, und geben zu, daß hier nur von der Kohlensäure als von demjenigen Körper gesprochen werden darf, welcher den Kohlenstoff giebt; Sie erkennen ferner die Richtigkeit der Schlußfolgerung an, daß, weil der Humus in fast allen Fällen nicht ausreicht, um den größeren Kohlenstoffgehalt der Pflanzen zu erklären, noch eine andere Quelle des Kohlenstoffes vorhanden sein müsse, die man nur in der Kohlensäure zu finden habe; mit einem Worte, Sie lassen die Behauptung, daß die Kohlensäure von den Pflanzen aufgenommen und zur Bildung kohlenstoffhaltiger näherer Pflanzenbestandtheile verwendet werde, vollkommen begründet sein: allein Sie glauben, daß die Pflanzen auch Humus und humussauere Salze, wenn

Digitized by Google

nämlich dergleichen vorhanden sind, aufnehmen und gleichfalls zur Bildung kohlenstoffhaltiger Pflanzenbestandtheile so gut wie die Kohlensäure verwenden, und daß sonach, trotz allem oben Mitgetheilten, gegen die Ansicht, daß Humus und Kohlensäure in den bei Weitem meisten Fällen gemeinschaftlich der Pflanze den Kohlenstoffbedarf liefere, nichts Erhebliches einzuwenden sei.

Zur Unterstützung dieser Ansicht können Sie jedoch, wenn ich nicht irre, nur Viererlei vorbringen, nämlich jene direkten Versuche, in denen Auflösungen von Humus und humussaueren Salzen von Pflanzen aufgenommen und in der Pflanze selbst nachgewiesen wurden; die Erfahrung, daß, wenn man den Boden des natürlichen Standortes der Pflanzen untersucht, man allemal Humus vorfindet; die günstige Wirkung des vegetabilischen und animalischen Düngers; endlich die günstige Wirkung des Kalkes auf humusreichem Boden. Ich glaube nicht, daß ich Etwas vergessen habe, und ich fordere hiermit einen Jeden von Ihnen auf, mir jetzt mit noch weiteren Einwürfen zur Hand sein zu wollen, was ich dankbar anerkennen würde, insofern Ihnen sicher nicht weniger an Ermittelung der Wahrheit gelegen sein kann, als mir selbst. — Sie schweigen? Nun wohlan, so will ich Ihnen den trügerischen Boden zeigen, auf welchem Sie Ihre Ansicht aufbauten, und Ihnen nachweisen, wie sogar die Meisten dieser Thatsachen das Gegentheil von Dem beweisen, was Sie damit eigentlich beweisen wollen.

Sie sagen, die Pflanze nimmt Auflösungen von Humus und humussaueren Salzen auf, und man habe im Safte der Pflanzen diese Körper nachgewiesen. Allein die Pflanze nimmt auch Kupfervitriollösung, Silbersalzlösung und dergleichen Dinge auf, und man ist dann im Stande, im Safte der Pflanzen Kupfer- und Silbersalze nachzuweisen. Würden Sie nun schließen wollen, Kupfer und Silber seien Nahrungsmittel? Gewiß nicht! Die Pflanze nimmt Alles auf, was sie in Auflösungen vorfin-

Digitized by Google

det, und was von solcher Beschaffenheit ist, daß dadurch nicht etwa das vegetabilische Gewebe zerstört wird. Sie nimmt daher auch Humuslösung und die Auflösung humussauerer Salze, woraus Sie jedoch nichts weiter beweisen können, als daß diese Dinge eben aufgenommen werden; den Umstand, daß man sie in den Pflanzensäften wieder fand, möchte ich eher als einen Beweis ansehen, daß sie nicht zersetzt und zur Bildung kohlenstoffhaltiger Bestandtheile verwendet wurden, denn wäre dies der Fall gewesen, so hätte man sie nicht wieder finden können.

Noch immer fand man, behaupten Sie ferner, im Boden des natürlichen Standortes einer Pflanze Humus. Was folgt aber daraus? Gewiß nichts Anderes, als daß die Pflanze und der Humus in einem gewissen Zusammenhange stehen. Es fallen Blätter, Zweige, Aeste ab, es bleiben bei einjährigen Pflanzen die Wurzeln im Boden, Alles fällt der Verwesung anheim, es entsteht Humus. Sie sehen, für die Ernährung der Pflanzen durch Humus beweist das bloße Zusammenvorkommen von Pflanze und Humus gar nichts.

Aber die günstige Wirkung des Düngers? — Meine Herren, wird denn diese günstige Wirkung durch die Behauptung, daß die Kohlensäure, nicht aber der Humus den Kohlenstoff liefere, irgendwie abgeläugnet? Enthält denn der durch Verwesung des Düngers entstehende Humus außer Kohlenstoff nicht noch andere Bestandtheile, die der Vegetation von Nutzen sein können? Und sind denn die Eigenschaften des Humus, über welche früher schon verhandelt wurde, die durch ihn bewirkte Anziehung von Wasser und der anderen Bestandtheile der Atmosphäre so ganz zu übersehen, daß man durchaus nur seinen Kohlenstoffgehalt zu berücksichtigen hat, um seine günstige Wirkung auf die Vegetation erklärlich zu finden? Der Dünger und der aus ihm entstandene Humus kann als solcher der Pflanze keinen Kohlenstoff abgeben, er kann nur durch seine Verwesung Kohlensäure bilden,

Digitized by Google

und durch diese den Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft vermehren; und Sie hätten dann immer noch den Beweis zu führen, daß der ursprüngliche Kohlensäuregehalt der umgebenden Atmosphäre nicht ausgereicht haben würde, den Kohlenstoffbedarf der Pflanze zu decken, was darzuthun, so weit wenigstens mein Einsehen geht, durchaus unmöglich ist.

Endlich soll die günstige Wirkung des Kalkes bei vorhandenem humusreichem Boden für die Ernährung der Pflanze durch Humus beweisend sein, wobei von der Idee ausgegangen wird, daß der sich bildende humussauere Kalk im Wasser leicht löslich sei, und der Pflanze somit eine größere Menge kohlenstoffhaltiger Materie zugeführt werde, als ohnedem der Fall sei. Statt aller Entgegnung verweise ich Sie in Betreff dieses Punktes auf das in der sechsten Vorlesung (und speziell S. 93 f.) Mitgetheilte, und erinnere dabei, daß die günstige Wirkung des Kalkes theils auf Darreichung der für die Pflanze nöthigen Kalkmenge, theils auf einer schnellen Zersetzung des Humus beruht, wodurch ins Besondere eine Menge im Humus enthaltene unorganische Substanzen, welche der Pflanze für ihr gedeihliches Wachsthum nöthig sind, in einen Zustand versetzt werden, in welchem sie von der Pflanze leicht aufgenommen werden können; des Umstandes hier ganz zu geschweigen, daß durch Kalk die Verwitterung des Bodens beschleunigt, und auch dadurch ein gewisser Nutzen geschafft wird, welchen ich später noch besonders zur Sprache zu bringen gedenke.

Doch ich fürchte, meine Herren, ich fange an, Sie zu ermüden. Wenn es Ihnen daher genehm ist, so brechen wir heute unsere Unterhaltung ab, in der ich Ihnen bewiesen zu haben glaube, daß nicht der Humus, sondern nur die Kohlensäure, möge deren Abkunft sein, welche sie wolle, den Pflanzen ihren Kohlenstoffbedarf darreiche.

Digitized by Google

Neunte Vorlesung.

Der Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff der Pflanzen.

Der Ursprung des Sauerstoffes der Pflanze. — Die Abstammung des Wasserstoffes der Pflanze. — Wo kommt der Stickstoff der Pflanze her? — Untersuchung, ob der Stickstoff der atmosphärischen Luft von der Pflanze verwendet wird. — Ob die Salpetersäure. — Ob das Ammoniak.

Wenn wir heute die Frage aufstellen, von wo denn die Pflanze den Sauerstoff hernehme, den wir in sämmtlichen näheren Pflanzenbestandtheilen, obwohl in verschiedener Menge, bei der Untersuchung antreffen, so scheint bei oberflächlicher Betrachtung der Sache die zunächst liegende Antwort zu sein, daß er von jenem Sauerstoffe abstamme, den wir als wesentlichen Bestandtheil der atmosphärischen Luft kennen gelernt haben; ist ja doch dieser Sauerstoff frei und ungebunden, wird er ja doch durch keine chemische Verwandtschaft in einer chemischen Verbindung zurückgehalten, ist er ja doch in jedem Augenblicke zu allerlei Oxydationsprozessen verwendbar. Allein wenn ich Sie daran erinnere, daß das Pflanzenleben diesen Sauerstoffgehalt der Luft fortdauernd vergrößere (wir sprachen schon früher von diesem Gegenstande, und erwähnten in unserer letzten Unterhaltung ein Experiment, wodurch diese Sauerstoffvermehrung direkt bewiesen ward), so ist begreiflich, daß er es nicht sein könne, der zur Ernährung der Pflanze, also zur Bildung der sauerstoffhaltigen

Digitized by Google

näheren Pflanzenbeſtandtheile beitrage, Sie müßten denn im Stande ſein, nachzuweiſen, daß ein Loch dadurch kleiner werde, daß man es täglich vergrößert. Es muß demnach nothwendig eine andere Sauerſtoffquelle exiſtiren, und zwar können es nur die in der Umgebung der Pflanze ſich vorfindenden ſauerſtoffhaltigen Körper ſein, welche eine ſolche Sauerſtoffquelle für die wachſende Pflanze abgeben.

Bei der genauen Durchmuſterung aller dieſer ſauerſtoffhaltigen Körper aber erregt das Waſſer und die Kohlenſäure zunächſt unſere Aufmerkſamkeit, weil ſie ſtets in der Umgebung einer jeden Pflanze vorhanden ſind, und ſtets von der Pflanze aufgenommen werden; und erwägt man wiederum die Gründe, welche für den Einen oder den Anderen dieſer beiden Körper ſprechen, ſo kommt man zuletzt zu der Ueberzeugung, daß es nur die Kohlenſäure ſein könne, welche den Sauerſtoffbedarf der Pflanze liefert. Bei dieſer Behauptung, meine Herren, ſtütze ich mich allerdings zunächſt auf gewiſſe theoretiſche, dem Gebiete der Chemie entnommene Betrachtungen, deren weitere Entwickelung ich hier aus dem Grunde übergehe, weil eine vollſtändige Einſicht in dieſelben jedenfalls mehr chemiſche Vorkenntniſſe verlangt, als ich bei Ihnen vorausſetzen darf; allein Sie können deſſenungeachtet dieſe Behauptung getroſt hinnehmen, da, ſelbſt wenn erwieſen werden könnte, das Waſſer liefere den Sauerſtoff der näheren Pflanzenbeſtandtheile und nicht die Kohlenſäure, durch dieſen Nachweis der Irrthümlichkeit meiner Behauptung weder für die Theorie noch Praxis der Agrikultur etwas gewonnen würde. Denn mag nun der Sauerſtoff von der Kohlenſäure oder von dem Waſſer herrühren, ſo bleiben doch immer beide Körper noch in anderer Beziehung für die Vegetation abſolut nöthig; die Kohlenſäure nämlich, weil ſie den Kohlenſtoffgehalt hergeben muß, das Waſſer aber, weil es den Waſſerſtoff der näheren Pflanzenbeſtandtheile darzureichen die Beſtimmung hat.

Digitized by Google

Was nun den Waſſerſtoffgehalt der Pflanzen und ſeine Abſtammung anlangt, ſo iſt man, mit Ausnahme des Waſſerſtoffes der ſtickſtoffhaltigen Pflanzenbeſtandtheile, nur auf das Waſſer als auf denjenigen Körper, welcher dieſes Element hergiebt, beſchränkt. Denn da, wie wir ſpäter zu zeigen gedenken, das Ammoniak und das Waſſer der Pflanzenumgebung die einzigen waſſerſtoffhaltigen Subſtanzen ſind, welche von der Pflanze aufgenommen, und auf ihren Waſſerſtoffgehalt bei der Ernährung der Pflanzen benutzt werden können; da ferner das Ammoniak (aus Stickſtoff und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt) nur bei Bildung der ſtickſtoffhaltigen Pflanzenbeſtandtheile als eine Quelle für Waſſerſtoff betrachtet werden darf; und da endlich dieſen ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheilen gegenüber die ſtickſtofffreien Pflanzenbeſtandtheile ihrer Quantität nach beinahe die ganze Pflanze allein zuſammenſetzen: ſo kann man wohl die Annahme, daß der Waſſerſtoff der ſtickſtofffreien näheren Pflanzenbeſtandtheile nur in Folge einer Zerſetzung von Waſſer (unter gleichzeitig vorhandener Kohlenſäure) dargeſtellt werde, als erwieſen betrachten. Zugleich erſehen Sie aus dem vorſtehend Entwickelten, wie durch dieſe Waſſerzerſetzung während des Pflanzenlebens fortdauernd Sauerſtoff an die Atmoſphäre von Seiten der Pflanze abgeſchieden werden müſſe.

Ich wiederhole nochmals, meine Herren, daß es ſo ziemlich gleichgiltig iſt, ob man den Sauerſtoff, welchen die Pflanze nöthig hat, von der Kohlenſäure oder vom Waſſer herleitet, und daß uns nur gewiſſe theoretiſche Spekulationen zu dem Ausſpruche verführten, daß der Sauerſtoff der näheren Pflanzenbeſtandtheile von der Kohlenſäure herrühre, während der Waſſerſtoff derſelben Theile (mit Ausſchluß der ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile) nur vom Waſſer abſtamme, deſſen Sauerſtoff dadurch frei gemacht und der atmoſphäriſchen Luft beigemengt werde.

Nicht ſo ſchnell, wie über die Frage nach der Abkunft des

Digitized by Google

Sauerſtoffes und Waſſerſtoffes, können wir über die Beantwortung der Frage, woher die Pflanze den ihr nöthigen Stickſtoffbedarf entnehme, wegkommen, da in dieſer Beziehung beſtimmte Anſichten, auf Beobachtungen geſtützt, vorhanden ſind, die, eben weil ſie aus der Erfahrung hervorgingen, berückſichtigt werden müſſen.

Es ſind aber vier Fälle denkbar, wie der Stickſtoffgehalt der Pflanze ſeine Erklärung finden kann; entweder er ſtammt von dem Stickſtoffe der Atmoſphäre, oder von der Salpeterſäure, oder vom Ammoniake, oder vom Humus des Bodens, da wir ja geſehen haben, daß an der Humusbildung ſtets ſtickſtoffhaltige Pflanzenbeſtandtheile und an der Humusbildung des Düngers die ſtickſtoffhaltigen Thierbeſtandtheile Antheil nehmen. Gehen wir jetzt die ſoeben aufgeſtellten Möglichkeiten der Stickſtoffdarreichung der Reihe nach durch, und unterſuchen die Sache genauer.

Bei oberflächlicher Betrachtung des fraglichen Gegenſtandes hat es nun, ſowie bei der Frage nach der Abkunft des Sauerſtoffgehaltes der Pflanze den Anſchein, als könne man zunächſt den Stickſtoff der atmoſphäriſchen Luft als eine Quelle des Stickſtoffes der Pflanzen anſprechen, da er frei und unverbunden iſt; und in der That hat man ſich von verſchiedenen Seiten her für dieſen Stickſtoff entſchieden, da er am Erſten zur Hand war, und ſeiner bedeutenden Menge zu Folge, in welcher er an der Zuſammenſetzung der Atmoſphäre Antheil nimmt, vor Allem die Aufmerkſamkeit auf ſich zu lenken geeignet iſt. Allein wenn Sie ſich erinnern wollen, meine Herren, was wir in Betreff der chemiſchen Eigenſchaften des Stickſtoffes in unſeren früheren Unterhaltungen, wo er als Beſtandtheil der Atmoſphäre zur Sprache kam, mittheilten; wenn wir uns die Theilnahmloſigkeit dieſes Körpers an den in der Natur vor ſich gehenden mannigfaltigen chemiſchen Prozeſſen ins Gedächtniß zurückrufen; wenn wir endlich bedenken, wie große Umſtände es im Laboratorium des Che-

Digitized by Google

mikers koſtet, gewiſſe Stickſtoffverbindungen herzuſtellen, und wie geringer Anlaß in den meiſten Fällen nöthig iſt, um dieſe Verbindungen wieder zu erſetzen: ſo ſind Dies, meine ich, Gründe genug, von der oben ausgeſprochenen Anſicht der Pflanzenernährung durch den Stickſtoff der Atmoſphäre ſchon von vorn herein keine zu großen Erwartungen zu hegen. Mit einem Worte, die chemiſche Theorie ſpricht durchaus dagegen. Kommt nun noch dazu, daß direkten Beobachtungen zu Folge, wo man Pflanzen in reinem Stickſtoffgaſe, ſowie in atmoſphäriſcher Luft vegetiren ließ (Sauſſure ſtellte ſolche Verſuche an), der Stickſtoff in keiner Weiſe von der Pflanze verzehrt wurde, ſo haben Sie um ſo weniger Veranlaſſung, noch fernerhin an eine Verwendung des atmoſphäriſchen Stickſtoffes bei der Ernährung der Pflanzen zu denken, und ich kann mir füglich die weitere Auseinanderſetzung, warum die Chemie als Wiſſenſchaft von einer ſolchen Verwendung nichts wiſſen will, erſparen.

Wenden wir uns jetzt zu dem Zweiten der oben als möglich aufgeſtellten Fälle, nämlich zu der Annahme, daß die Salpeterſäure und die ſalpeterſaueren Salze in Folge ihres Stickſtoffgehaltes auf die Pflanzenernährung und zwar zunächſt auf die Bildung der ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile von Einfluß ſeien, und daß der Stickſtoffgehalt der Pflanze in einer Zerſetzung der Salpeterſäure, die ja bekanntlich aus Stickſtoff und Sauerſtoff beſteht, ſeinen Urſprung habe, und fragen hierbei nach dem Grunde einer ſolchen Annahme. Offen geſtanden, ſo glaube ich nicht, daß man überhaupt jemals von der Möglichkeit einer Darreichung des Stickſtoffbedarfes der Pflanzen von Seiten der Salpeterſäure geſprochen haben würde, wenn die Thatſache früher bekannt geweſen wäre, daß ſtets ein anderer ſtickſtoffhaltiger Körper, das Ammoniak, in der atmoſphäriſchen Luft enthalten ſei; denn wohl nur inſofern man auf der einen Seite von dieſem Ammoniake noch nichts wußte, und auf der anderen das

Digitized by Google

Unzulängliche der Annahme einer Stickſtoffdarreichung von Seiten des freien atmoſphäriſchen Stickſtoffes fühlte, kam man auf die Idee, der Salpeterſäure und den ſalpeterſaueren Salzen dieſe Rolle zuzutheilen, zumal da man einſah, der Stickſtoff der Pflanzen müſſe ja doch irgend eine Abſtammung haben. Nachdem man aber einmal dieſe Vermuthung aufgeſtellt hatte, ſo konnte es nicht fehlen, daß alsbald auch ſogenannte praktiſche Erfahrungen gemacht wurden, durch welche das Vermuthete beſtätigt werden ſollte. Hierher gehören vor Allem die Beobachtungen, daß nach einem Gewitterregen die ganze davon betroffene Vegetation ſich offenbar hebe und üppiger entfalte, womit ſpäter die Beobachtung, daß das Unkraut auf Schutthaufen, wo gleichfalls eine Bildung von Salpeterſäure ſtattfindet, ebenfalls ſehr gut gedeihe, in beſtem Einklange zu ſtehen kam, ſowie es denn auch nicht an direkten Verſuchen gefehlt hat, wodurch die günſtige Wirkung der ſalpeterſaueren Salze auf die Vegetation und namentlich auf Gras außer Zweifel geſetzt worden ſein ſoll.

Ich meinestheils wage es nicht, weder die günſtige Wirkung des Gewitterregens, noch das Wuchern des Unkrautes auf Schutthaufen in Abrede zu ſtellen. Allein was den Gewitterregen anlangt, ſo glaube ich Sie aufmerkſam machen zu müſſen, daß er noch eine Menge andere Erſcheinungen in ſeinem Gefolge hat, denen man doch weit paſſender den ſo unverkennbaren Einfluß auf die Vegetation zuſchreiben kann, als dem geringen Gehalte von Salpeterſäure; und in der That ſcheint mir die Zuführung von Waſſer und die damit verbundene Zuführung der löslichen für die Vegetation unentbehrlichen Bodenbeſtandtheile gerade zu einer Zeit, wo es in Folge der mehr oder weniger herrſchenden Trockenheit den in der Entwickelung begriffenen Pflanzen ſo leicht daran fehlen kann, Alles zu erklären, was etwa einer Erklärung bedarf. Daß die Salpeterſäure dieſe günſtige Wirkung allein haben ſolle, iſt ebenſo wenig zu bewei-

Digitized by Google

ſen, als daß ihr auch nur ein Theil an dieſer Wirkung zuſtehe. Was aber den zweiten Punkt betrifft, die Wucherung von Pflanzen auf Schutthaufen oder überhaupt auf einem Boden, bei deſſen Unterſuchung ſich ein Gehalt an ſalpeterſaueren Salzen bemerkbar macht, ſo iſt durchaus kein Grund vorhanden, mit Nothwendigkeit zu folgern, daß die Pflanzen um deßwillen ſo kräftig wachſen, weil ſalpeterſauere Salze im Boden vorhanden ſind, vielmehr ſcheint mir Beides, das üppige Pflanzenwachsthum nämlich und die Bildung ſalpeterſauerer Salze, die gemeinſchaftliche Folge einer und derſelben Urſache, der Verweſung ſowohl als Fäulniß ſtickſtoffhaltiger thieriſcher Subſtanzen, zu ſein. Denn wenn durch dieſe Zerſetzungsprozeſſe beim Vorhandenſein alkaliſcher Körper im Boden als Endprodukte auf der einen Seite ſalpeterſauere Salze entſtehen, und auf der anderen gewiſſe der Pflanze unentbehrliche Bodenbeſtandtheile (phosphorſauere und andere Salze) in einen für die Pflanze aufnehmbaren Zuſtand verſetzt werden, ſo kann es in der That nicht befremden, an ſolchen Orten ſalpeterſauere Salze im Boden neben einer üppigen Vegetation oberhalb deſſelben vorzufinden, und man hat nicht den geringſten Beweis, dieſe Ueppigkeit der Pflanzen als durch das Vorkommen ſalpeterſauerer Salze im Boden bedingt und veranlaßt anzuſehen.

Endlich ſoll, den Erfahrungen einiger Landwirthe zufolge, durch Düngung mit ſalpeterſaueren Salzen, namentlich auf Wieſen, ein bemerkbar höherer Ertrag erzielt worden ſein, und Sie könnten ſich geneigt fühlen, dieſen Umſtand als der Annahme günſtig zu erachten, daß doch die Salpeterſäure an die Pflanze Stickſtoff zu liefern im Stande ſei. Allein auch hier gebe ich zu bedenken, daß man durch Düngung der Wieſen mit gebrannten Knochen oder Holzaſche und dergleichen den Ertrag zu verdoppeln und zu verdreifachen vermochte, ohne daß durch dieſe Körper eine ſtickſtoffhaltige Subſtanz oder gar ſalpeterſauere Salze zuge-

Digitized by Google

führt worden waren, ſo daß man auch hierbei keinen direkten Beweis hat, daß eben die Salpeterſäure und nicht blos das Natrum (man hatte ſalpeterſaueres Natrum angewendet) den erwähnten bemerkbar höheren Ertrag bewirkte.

So viel in Betreff der Erfahrungen, die ja von Ihnen als für die Verwendung der Salpeterſäure bei der Ernährung der Pflanzen ſprechend vorgebracht werden könnten; ich denke, Sie haben ſich jetzt überzeugt, wie wenig ſich aus denſelben entnehmen läßt, und mögen Sie nun, meine Herren, davon halten, was Sie wollen, ſo viel müſſen Sie mir jedenfalls zugeben, daß ſie nicht von der Art ſind, daß ſie den fraglichen Gegenſtand außer Zweifel ſetzen. Allein ſtellt man mit dieſen nichts beweiſenden Erfahrungen den Umſtand zuſammen, daß nur ſelten ſalpeterſauere Salze im Boden vorkommen, ja daß in den bei Weitem meiſten Fällen nicht die geringſten Spuren von ſalpeterſaueren Salzen weder im Boden, noch in der ſonſtigen Umgebung der Pflanze aufgefunden werden können, und daß dennoch von Seiten der Pflanzen ſtickſtoffhaltige Beſtandtheile bereitet werden, ſo iſt klar, daß dieſer Stickſtoffgehalt anderswoher genommen werde, und daß es nur das Ammoniak ſein müſſe, welches denſelben liefere.

Zu Gunſten des Ammoniakes ſpricht nun aber nicht etwa blos die Nothwendigkeit, daß irgend eine Stickſtoffquelle, welche den Pflanzen den zu ihrem Gedeihen unentbehrlichen Stickſtoff abgebe, exiſtiren müſſe, und daß es nur das Ammoniak ſei, weil es der freie Stickſtoff der Luft und die Salpeterſäure nicht ſein kann, vielmehr giebt es außer dieſen negativen Beweiſen auch noch poſitive.

Vor Allem aber iſt hier des ſteten Vorhandenſeins des Ammoniakes in der atmoſphäriſchen Luft zu gedenken, woraus folgt, daß ſich Ammoniak ſtets in der atmoſphäriſchen Umgebung einer jeden Pflanze befinden werde. Ferner iſt der Umſtand

Digitized by Google

wichtig, daß ſich das Ammoniak im Waſſer ſo leicht auflöſt, weßhalb es, wie wir früher zeigten, nicht nur im Regenwaſſer, ſondern überhaupt in jedem Waſſer und ſelbſt im Seewaſſer mit Beſtimmtheit nachgewieſen werden kann. Es wird daher mit dem in die Pflanze gelangenden Waſſer fortwährend auch Ammoniak zugeführt. Endlich hat auch der wiſſenſchaftliche Chemiker, dem doch die verſchiedenen Zerſetzungsweiſen der Körper am Beſten bekannt ſein müſſen, gegen die Behauptung, daß durch die Zerſetzung des Ammoniakes die ſtickſtoffhaltigen Pflanzenbeſtandtheile gebildet werden, nichts einzuwenden, indem erfahrungsmäßig das Ammoniak ein leicht zerſetzbarer Körper iſt.

Wir haben ſomit aus dem bis hierher Verhandelten zunächſt erſehen, woher die vier Hauptbeſtandtheile der Pflanzen ſtammen, die wir früher (S. 126 f.) mit dem Namen der allgemeinen oder atmoſphäriſchen Beſtandtheile belegten, und es kann Ihnen dabei die Bemerkung nicht entgangen ſein, wie ſämmtliche Körper, von denen ſie ihren Urſprung nehmen, weſentliche Beſtandtheile der atmoſphäriſchen Luft ſind, ſo daß alſo, da eine Pflanze nie ohne Zutritt der Atmoſphäre zu vegetiren im Stande iſt, jederzeit auch Kohlenſäure, Waſſer und Ammoniak vorhanden ſein werden. Daß die Waſſer- und Seepflanzen ohne Zutritt der atmoſphäriſchen Luft zu vegetiren vermögen, iſt kein Einwurf gegen die ſoeben ausgeſprochene Behauptung, und namentlich kann von Ihnen ſolcher Einwurf nicht erhoben werden, da Sie ja wiſſen, daß ſämmtliche weſentliche Beſtandtheile der atmoſphäriſchen Luft ohne alle Ausnahme im Waſſer löslich und auch darin nachgewieſen worden ſind; es wird daher auch den Waſſerpflanzen niemals an Kohlenſäure, Waſſer und Ammoniak, alſo an denjegen Körpern fehlen, aus denen ſie ihren Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Stickſtoff zur Bildung ihrer näheren Pflanzenbeſtandtheile ſchöpfen, und man kann immerzu auch bei ihnen den

Digitized by Google

Namen atmoſphäriſche Beſtandtheile beibehalten, da uns nichts hindert, dieſe Körper als urſprüngliche Luftbeſtandtheile, die aber im vorliegenden Falle im Waſſer gelöſt ſind, anzuſehen.

Wir werden uns in den nächſten Unterhaltungen zur beſonderen Betrachtung der ſogenannten Boden- oder Aſchenbeſtandtheile der Pflanzen (vergl. S. 127) wenden.

Digitized by Google

Zehnte Vorlesung.

Die Aschenbestandtheile der Pflanzen.

Es wurde schon in der Einleitung zu dem Abschnitte, welcher sich mit der Untersuchung der entfernten Bestandtheile der Pflanzen beschäftigte, ausgesprochen, daß man bei der Verbrennung einer jeden Pflanze oder irgend eines beliebigen Pflanzentheiles einen Körper als Rückstand erhält, der ganz allgemein den Namen Asche führt, und in Betreff welches ich behauptete, daß er diejenigen entfernten Pflanzenbestandtheile enthalte, welche nur von Seiten des Bodens in die Pflanze gelangen konnten. Ich schlug sogar in Folge dieses Umstandes vor, diese Aschenbestandtheile mit dem Namen der „Bodenbestandtheile" zu belegen (vergl. S. 127), um durch diese Bezeichnung sogleich an ihre Abkunft zu erinnern.

Um nun zu erfahren, was denn eigentlich für Körper in der Asche der Pflanzen vorhanden sind, hat man schon seit vielen Jahren eine sehr große Menge der verschiedenartigsten Pflanzen verbrannt, und die so erhaltene Asche untersucht, allein bis jetzt hat man von der bedeutenden Anzahl der bekannten elementaren Stoffe nur Wenige darin zu entdecken vermocht, und zwar, wie weiter oben schon angedeutet wurde, nur Silicium, Schwefel, Phosphor, Chlor, Jod, Brom (die beiden letztgenannten nur

Digitized by Google

in Seepflanzen), Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen und Mangan.*) (Das Kupfer, von dem Sie beim Nachschlagen der hierher bezüglichen Schriften sich sagen lassen müssen, daß es gleichfalls dieser Reihe der genannten Körper angehöre, indem es als entfernter Bestandtheil mehrer Pflanzen, der chemischen Untersuchung der Asche zu Folge, erkannt worden sei, habe ich niemals aufzufinden vermocht.

Diese Elemente d. h. einfachen, nicht weiter in verschiedenartige Bestandtheile zu zerlegenden Stoffe sind aber weder in der Asche, noch in der lebenden Pflanze als solche enthalten, vielmehr sind sie, das Chlor, Jod und Brom ausgenommen, stets mit Sauerstoff chemisch verbunden, von welchem Körper sie mit mehr oder weniger großen Schwierigkeiten erst getrennt werden müssen, bevor man sie in ihrer elementaren Form zu Gesicht bekommt. Ja selbst in so einfacher Verbindung, wie die mit dem Sauerstoffe ist, wodurch sie entweder zu saueren oder zu basischen Körpern umgewandelt werden, trifft man sie weder in der Asche, noch in der Pflanze, sondern stets bilden sie durch gegenseitige Verbindung der Säuren mit den Basen noch mehr zusammengesetzte Körper, die, wie Sie wissen, Salze genannt werden, so daß es in gewisser Beziehung hinreichend sein möchte, Sie nur mit diesen Salzen bekannt zu machen, und die besondere Erkenntniß ihrer Zusammensetzung auf sich beruhen zu lassen. Inzwischen bewegen mich jedoch mehrfache Rücksichten, diesen Gegenstand nicht mit solcher Oberflächlichkeit zu behandeln, vielmehr mögen Sie mir gestatten, in Kürze etwas näher darauf einzugehen, zumal den Meisten von Ihnen dabei eine passende Gelegenheit dargeboten wird, eine gründlichere Einsicht in eine Klasse von Körpern zu erhalten, die so bedeutende Wichtigkeit

*) Ueber das Fluor als Aschenbestandtheil der Pflanzen vergleiche weiter oben S. 123 f., Anmerkung.

Digitized by Google

für die Agrikultur und, wie später gezeigt werden soll, für das Wesen der Düngung besitzen.

Der Chemiker theilt sämmtliche elementare Stoffe ein in Metalle und Nichtmetalle, zu welcher Eintheilung das Verhalten der einfachen Stoffe zur Wärme und zur Elektrizität die nächste Veranlassung gegeben hat. Setzt nämlich ein solcher Körper der Verbreitung von Wärme und Elektrizität in seiner Masse und an seiner Oberfläche wenig Hindernisse entgegen, oder, wie der Physiker sich ausdrückt, sind sie gute Leiter für Wärme und Elektrizität, so nennt man sie Metalle, und wenn von alle Dem das Gegentheil vorhanden ist, so heißen sie Nichtmetalle. Ich sehe, diese Begriffsbestimmung von Metall befremdet Sie, indem Sie sich unter Metall vor allen Dingen einen Körper vorstellten, der bedeutend schwer sein mußte, so daß Sie geradezu diese größere Schwere als ein Hauptkennzeichen eines metallischen Körpers betrachteten. Allein es wird sich später ergeben, daß dieses große Gewicht heut zu Tage nicht mehr als charakteristisches Kennzeichen angesehen werden darf, weil man mehre Metalle kennen gelernt hat, die so leicht sind, daß sie sogar auf gewöhnlichem Wasser schwimmen.

Den in der Pflanzenasche vorkommenden Salzen liegen nun Körper beider Klassen zum Grunde, und zwar gehören mit Einschluß des Kohlenstoffes, Sauerstoffes, Wasserstoffes und Stickstoffes noch der Schwefel, der Phosphor, das Chlor, Jod, Brom und das Silicium den Nichtmetallen, die übrigen Elemente dagegen, das Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen und Mangan den Metallen zu.

In Betreff der ersteren, der nichtmetallischen Körper, ist ferner wichtig, daß sie in ihren Verbindungen mit dem Sauerstoffe oder Wasserstoffe vorzugsweise Säuren liefern, in welcher Form sie denn auch ihrer Hauptmasse nach in der Erde sowohl als in der Pflanze und in der Pflanzenasche gefunden werden,

Digitized by Google

und zwar giebt der Kohlenstoff mit Sauerstoff die Kohlensäure, der Schwefel mit Sauerstoff die Schwefelsäure, der Phosphor mit Sauerstoff die Phosphorsäure, das Chlor mit dem Wasserstoffe die Salzsäure, das Silicium mit dem Sauerstoffe die Kieselsäure, und der Stickstoff mit dem Sauerstoffe die Salpetersäure, mit dem Wasserstoffe dagegen ausnahmsweise einen stark basischen Körper, nämlich das Ihnen hinreichend bekannte Ammoniak. Diese so zusammengesetzten Säuren ferner werden, ihrer oben schon geschilderten Neigung zu Folge, überall, wo sie Basen finden, sich damit zu Salzen verbinden, und da solche Basen auf der Erdoberfläche gewöhnlich und in der Pflanze und Pflanzenasche stets vorhanden sind, so darf es nicht wundern, sie im ersteren Falle selten, im letzteren dagegen niemals im freien unverbundenen Zustande, sondern stets als Salze anzutreffen. Es ist daher nicht zu erwarten, daß in irgend einer Pflanze oder Pflanzenasche reichlich vorhandene Schwefel- oder Phosphorsäure sich Ihnen durch saueren Geschmack zu erkennen geben soll, da Sie ja wissen, daß die saure Eigenschaft einer Säure bei der Verbindung mit einer Basis zu einem Salze verloren geht, und nur erst nach der Zerstörung des Salzes und somit bewirkten Trennung der Säure von der Basis wieder zum Vorscheine kommt.

Was aber die Metalle anlangt, die sich in den Salzen der Pflanzenasche vorfinden, so sind sie für uns in diesem Augenblicke um deßwillen von großem Interesse, weil unter ihnen gerade diejenigen Metalle mit enthalten sind, die der älteren Begriffsbestimmung von Metall, nach welcher sie nämlich sehr schwere Körper sein sollen, am Entschiedensten widerstreiten. So habe ich, um Ihnen den Beweis der möglichen Leichtigkeit, die Metalle besitzen können, zu geben, eine Kugel solch leichten Metalles in ein Blättchen von Stanniol (dünn geschlagenem Zinne) gewickelt, und werfe es in diese mit Wasser gefüllte Schale. An-

Digitized by Google

statt nun, wie Sie jedenfalls, dem gewöhnlichen Begriffe von Metall zu Folge, erwarteten, die Metallkugel untersinken zu sehen, erblicken Sie dieselbe, einem Stücke Kork vergleichbar, auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, zum deutlichsten Beweise, daß sie leichter ist, als Wasser. Die Metalle überhaupt und die für uns wichtigen Metalle der Pflanzenasche insbesondere haben ferner eine große Neigung, sich mit dem Sauerstoffe chemisch zu verbinden, und dabei basische Körper zu bilden, was, wie wir sahen, bei den nichtmetallischen Körpern nicht so der Fall war, da sie vorzugsweise Säuren lieferten; und man hat sogar von der Stärke dieser Hinneigung zur Sauerstoffverbindung einen Eintheilungsgrund der Metalle, in edele und unedele, entlehnt, so daß man unter den edelen solche Metalle zu verstehen hat, die sich nur schwer mit Sauerstoff verbinden, und deren Sauerstoffverbindung sehr leicht getrennt werden kann, während das umgekehrte Verhältniß bei den unedelen Metallen stattfindet. Daher kommt es denn, daß Gold, Platin u. s. w., der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes ausgesetzt, ihren metallischen Glanz behalten, während derselbe bei Blei, Eisen, Kupfer u. s. w. verloren geht, eben weil eine Verbindung des unedelen Metalles mit Sauerstoff (bei Eisen z. B. „das Rosten" genannt) vor sich gegangen ist. Da nun sämmtliche in der Asche der Pflanzen enthaltenen Metalle den unedelen Metallen angehören, so ist es natürlich, daß man sie stets in mit Sauerstoff verbundenem Zustande, also als basische Körper, antreffen müsse, und da ein basischer Körper sich stets mit einer Säure, wenn überhaupt eine solche vorhanden ist, zu einem Salze vereinigen wird, so dürfen Sie sich nicht wundern, dieselben stets als Salze vorzufinden; denn fehlt es irgend einer solchen Base an Schwefel-, Phosphor- oder Salzsäure, so ist doch wenigstens stets Kohlensäure vorhanden, mit der sich übrigens die Sauerstoffverbindungen aller Metalle, die

Digitized by Google

wir als Bestandtheile der Pflanzen kennen lernten, zu kohlensaueren Salzen zu vereinigen im Stande sind. Sie sehen daher, meine Herren, daß diese Metalle eine sehr große Neigung zum Sauerstoffe besitzen, und daß diese Sauerstoffverbindungen sich mit allen Säuren, selbst mit der Kohlensäure, zu Salzen vereinigen können, in welcher Form man sie stets in der Asche, sowie in der noch lebenden Pflanze antrifft. Ich werde im Nachstehenden versuchen, Ihnen eine kleine Uebersicht über die hierher gehörigen Metalle zu verschaffen.

Das Kalium ist unter allen bekannten Metallen das leichteste, denn es schwimmt auf Wasser, selbst dann noch, wenn es mit irgend einem schweren Metalle, wie z. B. Zinn, belastet ist. Die vorhin auf das Wasser geworfene Kugel war nämlich nichts Anderes, als Kalium, welches durch eine Umhüllung von Zinn (einem Metalle, das bekanntlich im Wasser schnell zu Boden fällt) vor der Einwirkung des Wassers geschützt wurde, und sich trotz dieser Belastung bis jetzt immer noch schwimmend erhalten hat. Es ist ferner unter allen Metallen das unedelste, d. h. es verbindet sich am Lebhaftesten und am Festesten mit Sauerstoff. Wenn ich daher, voraussetzend, daß Ihnen die Zusammensetzung des Wassers (aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehend) noch bekannt ist, diese Kaliumkugel von ihrer wasserdichten Zinnbedeckung befreie, und abermals auf das Wasser werfe, so sehen Sie zwar immer noch, daß sie schwimmt, allein gleichzeitig bemerken Sie, daß sie unter der Erscheinung eines lebhaften Verbrennens nach und nach kleiner wird und endlich verschwindet. Bei der großen Verwandtschaft des Kaliums nämlich zum Sauerstoffe hat das Wasser in Folge seines Sauerstoffgehaltes dazu gedient, dieses Metall zu oxydiren (oxydiren heißt einen Körper mit Sauerstoff verbinden), und es ist dieser Akt so energisch vor sich gegangen, daß sich eine Feuererscheinung dabei bemerkbar machte, wodurch der entweichende Wasserstoff des Wassers

Digitized by Google

dergestalt erhitzt ward, daß er mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft sogleich wieder zu Wasser verbrennen konnte. Das Produkt der chemischen Verbindung des Kaliums mit dem Sauerstoffe, von den Chemikern Kaliumoxyd oder kurz „Kali" genannt, hat sich in dem Wasser der Schale aufgelöst, und da alle im Wasser löslichen Basen, wie wir früher zeigten, die Eigenschaft besitzen, das blaue Georginenpapier grün zu färben, so kann Ihnen ein jetzt in die Flüssigkeit getauchter blauer Papierstreifen durch seine Farbenverwandlung als Zeichen dienen, daß in der That sich ein solcher basischer Körper, durch die Verbrennung des Kaliums gebildet, im Wasser befindet. Wollte ich nun dieses Wasser zum Trocknen verdampfen, so würde ein fester weißer Körper, eben das Kali, zurückbleiben, und wollte ich dieses Kali längere Zeit mit der atmosphärischen Luft in Berührung lassen, so würde es sich mit der Kohlensäure der Atmosphäre zu kohlensauerem Kali verbinden, welches Salz im Handel unter dem Namen „Pottasche" vorkommt und vielfach verwendet wird. Inzwischen würde die Pottasche ein sehr kostbarer Körper sein, wollte man, um sie als Handelsartikel darzustellen, wirklich so verfahren, wie eben gezeigt wurde; zu diesem Endzwecke schlägt man vielmehr ganz andere Wege ein. Gestützt nämlich auf die Erfahrung, daß alle Landpflanzen bei ihrer Verbrennung kohlensaueres Kali in der Asche zurücklassen, wendet man in der That die Verbrennung von Holz und anderen Pflanzentheilen an, um eine Asche zu erhalten, aus welcher durch Wasser das kohlensauere Kali (allerdings mit anderen im Wasser löslichen Salzen der Asche verunreinigt) ausgezogen, und in kupfernen oder eisernen Kesseln durch Abdampfung des Wassers als trockene Salzmasse gewonnen wird. Aus solchem kohlensaueren Kali stellt man später erst das Kali durch Abscheidung der Kohlensäure, und aus diesem Kali durch Abscheidung von Sauerstoff das Kalium als reines Metall her. Nebenbei mache

Digitized by Google

ich Sie noch darauf aufmerksam, daß das Kalium ein bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft sehr weiches Metall ist, denn ich bin, wie Sie sich überzeugen, im Stande, eine Kaliumkugel zwischen den Fingern wie Wachs zu kneten, und zwei Stücke in derselben Weise zu vereinigen, wie der Schmidt zwei Stücke Eisen an einander schweißt, nur mit dem Unterschiede, daß hier meine Handwärme ausreicht, wo bei dem Eisen die stärkste Glühhitze zur Erweichung nöthig ist.

In der Pflanze ist das Kali enthalten, entweder und zwar am Häufigsten an Pflanzensäuren gebunden, aus welchen Salzen bei der Verbrennung der Pflanze sowie bei der Verwesung kohlensaueres Kali entsteht, oder an Kohlensäure, oder an Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure, am Seltensten an Salpetersäure; im Boden dagegen findet man es vorzüglich als kohlensaueres und als im Wasser lösliches kieselsaueres Salz, beide durch die Verwitterung kalihaltiger Silikate entstanden. (Vergl. S. 6 f.)

Das Natrium hat mit dem Kalium ungemein viel Aehnlichkeit, daher wir auch in Betreff seiner nur wenig mitzutheilen haben. Es schwimmt ebenfalls auf dem Wasser, und verbrennt mit dessen Sauerstoffe gleichfalls zu einem im Wasser löslichen, bastischen, also „alkalischen" Körper (vergl. S. 16), den man Natriumoxyd oder kurz „Natrum" nennt. Die Verwandtschaft dieses Natrums zur Kohlensäure ist in derselben Weise wie beim Kali vorhanden, so daß es erklärlich wird, wie eine Auflösung von Natrum sich nach und nach in eine Auflösung von kohlensauerem Natrum umzuwandeln im Stande ist, wenn man dieselbe nicht vor dem Zutritte der atmosphärischen Luft schützt. Durch Abdampfung der Flüssigkeit erhält man das kohlensauere Salz im festen Zustande. Aber wie bei dem kohlensaueren Kali, der sogenannten Pottasche, erwähnt wurde, daß es durchaus unpraktisch sein würde, wenn man das Salz aus dem Metalle

Digitized by Google

darstellen wollte, so findet das Gleiche beim kohlensaueren Natrum statt. Man verwendet, abgesehen von anderen und zwar besseren und billigeren Darstellungsmethoden, hauptsächlich die See- und Strandpflanzen dazu, die man ans Land zieht, trocknet und zu Asche verbrennt, aus welcher durch Auslaugung u. s. w. kohlensaueres Natrum gewonnen, und unter dem Namen Soda in den Handel gebracht wird. Diese Soda in gereinigtem Zustande dient nun, indem die Kohlensäure und der Sauerstoff fortgeschafft wird, zur Bereitung des Natriummetalles, welches wohl auch den Namen Sodium führt, durch den man gleichsam auf seine Entstehung aus Soda hinzuweisen gedenkt. Hat man ja doch auch ins Besondere von Frankreich aus vorgeschlagen, das Kalium lieber Potassium zu nennen, um auch hierbei seine Entstehung aus der Pottasche anzudeuten. Ich erwähne dies Alles nur beiläufig, um Ihnen einen Wink zu geben, daß Sie sich durch die Verschiedenheit der Bezeichnung Sodium und Natrium, oder Potassium und Kalium nicht irre machen lassen.

Wohl nur in sehr seltenen Fällen mag das Natrum mit Kohlensäure verbunden in der lebenden Pflanze enthalten sein, vielmehr kann man zuversichtlich behaupten, daß das bei der Verbrennung von Pflanzen in der Asche sich findende kohlensauere Natrum früher als pflanzensaueres Natrum in der Pflanze existirte, und nur erst bei der Verbrennung in kohlensaueres Natrum umgewandelt wurde. Außerdem kommt es in der Pflanze und Pflanzenasche noch als salzsaueres Natrum, als schwefelsaueres, phosphorsaueres und kieselsaueres Natrum vor. Im Boden sind Natrumsalze, mit Ausnahme des salpetersaueren Natrum in einigen Gegenden Amerika's, nur in sehr geringer Menge (wohl nur als kohlensaueres und kieselsaueres Natrum, durch die Verwitterung der Silikate entstanden) vorhanden, im Seewasser dagegen in sehr bedeutenden Quantitäten, daher es auch nich-

Digitized by Google

Wunder nehmen darf, Natrumsalze vorzugsweise in der Asche der Seepflanzen zu finden.

Das Calcium, als Metall betrachtet, ist nur als ein chemisches Kuriosum anzusehen, da man es bis jetzt nur in sehr geringer Menge darzustellen versucht hat, in der alleinigen Absicht, um seine Eigenschaften in rein wissenschaftlicher Beziehung studiren zu können. Man hat dabei gefunden, daß es sich, in Wasser geworfen, mit dem Sauerstoffe desselben unter Abscheidung von Wasserstoff verbindet, und als Calciumoxyd von reichlich vorhandenem Wasser aufgelöst wird. Durch Abdampfen dieser schwach alkalisch wirkenden Auflösung erhält man das Calciumoxyd als ein weißes Pulver, welches ebenfalls Kohlensäure aus der Luft anzieht, und sich damit zu einem kohlensaueren Salze verbindet. Die Meisten von Ihnen werden geneigt sein, in diesem kohlensaueren Salze, sowie in dem Calciumoxyde ganz neue Körper erblicken zu müssen, allein wenn ich Ihnen jetzt mittheile, daß dieses kohlensauere Salz nichts Anderes als kohlensauerer Kalk, und Calciumoxyd nichts Anderes als von seiner Kohlensäure befreiter, also gebrannter Kalk ist, so sind diese scheinbar fremden Gegenstände auf einmal in den Kreis der Ihnen bekannten Körper eingeführt, und bedürfen nur wenig zu ihrer weiteren Erläuterung. Kohlensaueres Calciumoxyd oder, wenn Sie lieber wollen, kohlensauerer Kalk, findet sich in der Asche der Pflanzen sehr häufig, obwohl auch hier nachgewiesen werden kann, daß er nicht als solcher, sondern vielmehr als pflanzensauerer Kalk in den lebenden Pflanzen enthalten war. Ferner trifft man bei der Untersuchung der Pflanzenasche auch phosphorsaueren, schwefelsaueren, salzsaueren, salpetersaueren Kalk, und wir werden später sehen, von welcher Wichtigkeit ins Besondere der phosphorsauere und schwefelsauere Kalk für die Vegetation ist. Im Boden sind vorzugsweise kohlensauere Kalksalze und schwefelsauere Kalksalze (Gyps) in großer Menge,

Digitized by Google

phosphorsauerer Kalk dagegen in nur geringer Menge anzutreffen, und Sie werden dies erklärlich finden, wenn Sie bedenken, daß das kohlensauere und schwefelsauere Kalksalz an der Bildung der Gebirge, und vorzüglich der aus Wasser abgesetzten Gebirge, einen selbstständigen Antheil in der Art nimmt, daß ganze Gebirgszüge aus dem Einen oder dem Anderen dieser Kalksalze bestehen, während der phosphorsauere Kalk ja nur als sehr untergeordneter Gemengtheil der Gebirgsarten auftritt, durch deren Verwitterung und mechanische Zerstörung der phosphorsauere Kalk in Freiheit gesetzt wird. Nur beigehend und vorläufig, denn wir kommen später darauf wieder zurück, bemerke ich noch, daß die Knochen der Thiere viel phosphorsaueren Kalk enthalten, und daß namentlich die Knochen der Säugethiere und des Menschen über die Hälfte ihres Gewichtes aus phosphorsauerem Kalke bestehen. Es wird Sie in dieser Beziehung interessiren, dieses Schulterblatt eines Schafes zu betrachten, aus welchem der phosphorsauere Kalk mittels Salzsäure entfernt wurde, so daß nur die thierische Materie der Knorpelsubstanz zurückgeblieben ist. Sie sehen, daß ich diesen vorher ganz festen Knochen, nach der Entfernung des besprochenen Kalksalzes, das wohl auch den Namen der Knochenerde führt, beliebig beugen und wie ein Stück Leder zusammenrollen kann, und werden bei der Prüfung zugleich finden, daß der Knochen viel leichter geworden ist. Man bedient sich in der That der Knochen nächst dem Urine, der ebenfalls eine außerordentlich große Menge von phosphorsaueren Salzen enthält, einzig und allein, um Phosphorsäure zu gewinnen, da es unendlich viel leichter und bequemer ist, die Phosphorsäure, wenn ich mich so ausdrücken darf, durch den Lebensprozeß der Thiere konzentriren zu lassen, als dieselbe aus der Asche der Pflanzen, oder gar aus den in der Ackererde zwar stets, doch nur in sehr geringen Mengen verbreiteten phosphorsaueren Salzen mühsam aufzusammeln.

Digitized by Google

Das Magnesium, zu dem wir uns jetzt wenden, steht zu dem Calcium in ähnlichen Beziehungen, wie das Natrium zum Kalium. Es ist, mit dem Sauerstoffe verbunden ein weißer Körper, der sich nur sehr wenig im Wasser löst, daher er auch eine sehr schwache alkalische Wirkung zeigt. Er verbindet sich mit der Kohlensäure der Luft zu einem kohlensaueren Salze, das Ihnen ohne Zweifel unter dem Namen „Magnesia" bekannt sein wird. Als solches ist es wie der kohlensauere Kalk in reinem Wasser unlöslich, kann jedoch, wenn dieses Wasser Kohlensäure enthält, von dem Wasser aufgenommen werden. Durch Erhitzung ist man, wie beim Kalke, im Stande, die Kohlensäure auszutreiben, und reines Magnesiaoxyd darzustellen, das man schlechthin mit dem Namen der „gebrannten Magnesia" bezeichnet. Die Benennungen Talkerde und Bittererde sind mit Magnesia gleichbedeutend. In der Pflanzenasche findet sich nun vorzugsweise die Magnesia mit der Phosphorsäure verbunden vor, und wir gedenken später zu zeigen, wie gerade dieses Salz sehr vielen Pflanzen in bedeutender Menge nothwendig ist, wenn sie sich kräftig entwickeln sollen. Im Boden dagegen treffen wir besonders auf kohlensauere Magnesia, obwohl meistens in geringer Menge, im Meerwasser auf schwefelsauere und salzsaure Magnesia. An der Bildung der Gebirge nimmt sie an vielen Punkten unserer Erde als kohlensaueres Salz in Verbindung mit kohlensauerem Kalke einen nicht unwesentlichen Antheil, und zwar nennt man eine solche Gebirgsart Dolomit.

Eisen und Mangan endlich, zwei schon lange bekannte Metalle, wurden unter der Zahl derjenigen Körper, welche als Aschenbestandtheile der Pflanzen betrachtet werden müssen, zunächst um deßwillen mit aufgeführt, weil sie stets darin nachgewiesen werden können, obwohl uns keine Pflanze bekannt ist, deren Asche größere Mengen dieser Körper enthält. Es wird in Beziehung auf diese zwei Metalle hier nur noch bemerkt, daß

Digitized by Google

sie im rein metallischen Zustande nirgends in der Natur vorkommen, sondern daß man, wie bei dem Kalium, Natrium u. s. w., gewisser chemischer Operationen bedarf, um sie aus ihren mancherlei Verbindungen mit anderen Körpern, in denen sie sich natürlich vorfinden, zu trennen. In der Ackererde sind sie stets mit Sauerstoff verbunden, und nur selten trifft man sie hier mit Säuren vereinigt als Salze, wozu der Grund in der leichten Zersetzbarkeit der bei der Verwitterung ursprünglich entstandenen kohlensaueren und schwefelsaueren Eisen- und Mangansalze zu suchen sein dürfte.

Nach dieser kurzen übersichtlichen Darlegung der chemischen Verhältnisse, insoweit sie für unsere vorliegenden Zwecke nothwendig erscheinen, kehren wir jetzt zu den Salzen der Pflanzenasche zurück, und fragen vor allen Dingen, woher sie die Pflanze nimmt. Ich denke nicht, daß Sie, meine Herren, wenn diese Frage an Sie gerichtet würde, um eine Antwort verlegen sein können; denn wenn es ganz gewiß ist, daß diese Körper nur von Seiten der Pflanze in die Asche gelangen, so ist es eben so gewiß, daß sie in die Pflanze nur von Seiten der Umgebung derselben übergingen, und daß es nur der Boden sein kann, der sie der Pflanze verabreicht, zumal sich alle diese Körper im Boden nachweisen lassen. Die Sache ist so klar, daß es scheint, als dürfe in Betreff dieser Aschen- oder Bodenbestandtheile der Pflanzen nicht das Geringste weiter erörtert werden, zumal wenn man berücksichtigt, daß diese Körper in so kleiner Menge in den Pflanzen enthalten sind, daß es Pflanzen giebt, die davon kaum den tausendsten Theil ihres Gewichtes bei der Verbrennung als Asche hinterlassen. Kann ja doch in dieser Beziehung sogar der Vermuthung Raum gegeben werden, als wäre ohnedies schon diesem ganzen Gegenstande mehr Aufmerksamkeit geschenkt worden, als er verdiene. Ich muß mir den Vorwurf, einen so unwichtigen Gegenstand so breit behandelt zu haben, gefallen

Digitized by Google

lassen, da die Zeit schon zu weit vorgerückt ist, als daß ich ihn heute noch beseitigen könnte. Unsere nächste Unterhaltung wird zeigen, wer im Rechte ist, ob ich, der ich diese geringfügig scheinenden Aschenbestandtheile für außerordentlich wichtig halte, oder ob Diejenigen von Ihnen, die da meinen, diese Aschenbestandtheile seien zufällig und keiner Beachtung werth.

Digitized by Google

Elfte Vorlesung.

Die Aschenbestandtheile der Pflanzen.

(Fortsetzung.)

Der Umstand, meine Herren, daß die Pflanze alles im Boden vorhandene und im Wasser lösliche Material aufzunehmen vermag auf der einen Seite, und daß sämmtliche Aschenbestandtheile stets im Boden vorhanden sind, und unter gewissen Bedingungen im Wasser gelöst werden können auf der anderen Seite, hat den Glauben veranlaßt, daß die dem Boden ursprünglich angehörigen Bestandtheile der Pflanzen als zufällige angesehen werden müssen, und daß man sich die Entwickelung einer Pflanze auch bei völliger Abwesenheit dieser Körper recht wohl denken könne. Ich selbst bin in der That der Letzte, der die Richtigkeit dieser Schlußfolgerung bestreiten möchte, da ich selbst bei wiederholten Gelegenheiten darauf gedrungen habe, das bloße Vorhandensein irgend eines Körpers in der Pflanze nicht etwa so auszulegen, als sei er für das Leben der Pflanze unbedingt nothwendig; ich darf Ihnen daher nicht zumuthen, die Thatsache, daß stets bei der Verbrennung einer Pflanze Asche zurückbleibt, als einen Beweis anzusehen, daß diese Körper der Pflanze zu ihrer Entwickelung unerläßlich sind; es folgt vielmehr daraus nur, daß stets in der Pflanzenumgebung solche Körper im löslichen Zustande vorhanden waren, und von der Pflanze aufge-

Digitized by Google

nommen werden konnten. Allein ich gedenke Ihnen auf andere Weise den Beweis zu liefern, daß jener Glaube ein irriger ist, und daß die normale Entwickelung einer jeden Pflanze an die Gegenwart der bewußten Bodenbestandtheile als an eine unerläßliche Bedingung geknüpft ist.

Erlauben Sie mir zur Einleitung der heutigen Unterhaltung Ihnen das Resultat einiger Versuche vorzulegen, die anderwärts angestellt wurden, und vollkommen geeignet sind, uns auf den Standpunkt zu versetzen, von welchem aus unser Gegenstand betrachtet werden muß.

Man brachte Samen verschiedener Pflanzen in reinen Sand und in eine künstlich dargestellte Ackererde, und beobachtete während des Wachsthumes der Pflanzen Folgendes, was ich der besseren Uebersicht wegen tabellarisch zusammengestellt habe.

Namen der Pflanzen.	Wachsthum in reinem Sande.	Wachsthum in künstlicher Ackererde.
Vicia sativa (Wicke).	Die Pflanze erreichte bis zum 4. Juli eine Höhe von 10 Zoll, und schien einzeln blühen zu wollen. Am 6. Juli entfalteten sich einzelne Blüthen, welche auch am 11. Juli schon kleine Schoten ansetzten, die aber keinen Samen enthielten, und am 15. schon verwelkt waren. Die unteren Blätter an sämmtlichen Pflanzen waren ebenfalls schon gelb geworden.	Die Pflanze erreichte bis zur Mitte Juni eine Höhe von 18 Zoll, so daß sie mit Reisern gestützt werden mußte, blühte vom 16. Juni an üppig, und setzte gegen den 26. Juni viele gesunde Schoten an, die am 8. August reiften, und keimfähigen Samen enthielten.
Hordeum vulgare (Gerste).	Die Gerste hatte bis zum 30. Juni, da sie unvollkommen blühte, eine Höhe von fast 1½ Fuß erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monates Juli wurden die Spelzen und Spitzen gelb u. s. w.	Die Gerste erreichte bis zum 25. Juni, da sie vollkommen blühte, die Höhe von 2½ Fuß, setzte gut an, und lieferte am 10. August reifen und vollkommenen Samen u. s. w.
Avena sativa (Hafer).	Der Hafer hatte bis zum 30. Juni, da derselbe sehr unvollkommen blühte, die Höhe von fast 1½ Fuß erreicht,	Der Hafer erreichte bis zum 28. Juni, da er vollkommen blühte, die Höhe von 2½ Fuß, setzte gut an, und

Digitized by Google

Namen der Pflanzen.	Wachsthum in reinem Sande.	Wachsthum in künstlicher Ackererde.
	setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monates Juli wurden die Spelzen und die Spitzen der Blätter, wie bei der Gerste, gelb u. s. w.	lieferte am 16. August reifen und vollständig keimfähigen Samen u. s. w.
Polygonum Fagopyrum (Buchweizen).	Der am 8. Mai aufgelaufene Buchweizen schien von allen in reinen Sand gesäeten Gewächsen am Besten zu gedeihen: er erreichte zu Ende des Monates Juni eine Höhe von 1½ Fuß, und verästelte sich bedeutend. Am 28. Juni fing er an zu blühen, blühte bis zum September, doch ohne Früchte anzusetzen, und würde sicher noch länger fortgeblüht haben, wenn er nicht am 4. September, weil er zu viele Blätter verlor, aus dem Sande gezogen, und zur Untersuchung verwendet worden wäre.	Der Buchweizen in diesem Boden wuchs sehr schnell, erreichte die Höhe von 2½ Fuß, verästelte sich so stark, daß er mit einem Stocke gestützt werden mußte, fing schon am 15. Juni an zu blühen, und setzte vollkommenen Samen an, der größtentheils am 12. August schon gereift war. Am 4. September wurde derselbe, zum Theile noch blühend und mit unreifen Früchten, weil er unten zu viel Blüthen verlor, sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen, und weiter untersucht.
Nicotiana Tabacum (Tabak).	Der am 10. Mai gesäete Tabak lief erst am 2. Juni auf, entwickelte sich aber ganz normal. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter erhalten hatten, zog man die überflüssigen heraus, und ließ nur die fünf kräftigsten davon stehen; diese wuchsen sehr langsam bis zum Eintritte des Frostes im Oktober fort, erhielten aber nicht mehr als 4 Blätter, und erreichten nur die Höhe von 5 Zoll, ohne einen Stengel zu bilden. Sie wurden am 21. Oktober ausgezogen.	Dieser auch am 10. Mai gesäete Tabak lief schon am 22. Mai auf, und wuchs kräftig. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter bekommen hatten, zog man die überflüssigen heraus, und ließ nur drei der kräftigsten stehen. Diese wuchsen freudig in die Höhe, bekamen über 3 Fuß hohe Stengel und viele Blätter, fingen am 25. Juli an zu blühen, setzten am 10. August schon Samen an, und lieferten den 8. September einzelne reife Samenkapseln mit vollkommenem Samen. Am 21. Oktober wurden auch diese Pflanzen aus dem Boden gezogen.
Trifolium pratense (Klee).	Der am 5. Mai aufgelaufene Klee wuchs im Anfange ziemlich freudig, hatte aber bis zum 15. Oktober nur eine Höhe von 3½ Zoll erreicht, als seine Blätter plötzlich braun wurden, weßhalb man ihn aus dem Boden zog.	Dieser hatte am 15. Oktober die Höhe von 10 Zoll erreicht, und war dunkelgrün und buschig, als er, um mit dem Nebenstehenden verglichen zu werden, ebenfalls aus dem Boden gezogen wurde.

Digitized by Google

Der Berichterstatter der vorstehend mitgetheilten Versuche setzt noch hinzu, daß in den ersten 8 bis 10 Tagen ihres Wachsthumes alle aufgelaufenen Pflanzen sich vollkommen gleich verhielten, und daß nur von dieser Zeit an erst ein Unterschied darin sich bemerkbar machte, daß die in künstlicher Ackererde wurzelnden Pflanzen schneller und kräftiger wuchsen, daß die Blätter derselben dunkelgrüner sich zeigten, und daß ihre heranwachsenden Stengel und Halme stärker und steifer waren, als die im Sande befindlichen. (Es versteht sich von selbst, daß sämmtliche Pflanzen während der ganzen Zeit ihrer Vegetation nur mit reinem destillirten Wasser begossen wurden.) Bei der später mit diesen Pflanzen vorgenommenen Untersuchung in Rücksicht auf ihren Gehalt an Aschenbestandtheilen fand sich, daß dieser Gehalt bei den im Sande gezogenen Pflanzen allemal um Vieles geringer ausfiel, als bei denjenigen, welche in der künstlichen Ackererde gewachsen waren. Es enthielten nämlich 100 Theile bei 25—30° C. getrocknete Pflanzensubstanz

der im Sande gezogenen Wicke	6,77	Theile	Asche,
der in der Ackererde gezogenen Wicke . . .	12,22	"	"
der im Sande gezogenen Gerste	5,38	"	"
der in der Ackererde gezogenen Gerste . . .	7,04	"	"
des im Sande gezogenen Hafers	4,56	"	"
des in der Ackererde gezogenen Hafers . . .	5,73	"	"
des im Sande gezogenen Buchweizens . . .	2	"	"
des in der Ackererde gezogenen Buchweizens	4	"	"
des im Sande gezogenen Tabakes	12,6	"	"
des in der Ackererde gezogenen Tabakes . .	18,2	"	"
des im Sande gezogenen Klees	6,78	"	"
des in der Ackererde gezogenen Klees . . .	11,6	"	"

Ueberlegt man nun, daß sämmtlichen Pflanzen von Seiten der Atmosphäre die gleichen Mengen von Kohlensäure, von Ammoniak und Wasser, von Seiten des Bodens jedoch sehr ungleiche

Digitized by Google

Mengen von Salzen zugeführt wurden (der Sand, wie eine spätere Untersuchung ergab, war nicht völlig rein, vielmehr war er gleichfalls im Stande, während der längeren Dauer des Vegetationsversuches unter Einfluß der atmosphärischen Kohlensäure durch Verwitterung einiger seiner Bestandtheile im Wasser lösliche Salze an die Pflanzen abzugeben), so liegt es sehr nahe, die Ursache der oben geschilderten Verschiedenheit, die während des Wachsthumes der Pflanzen bemerkt wurde, nur den reichlicher und sparsamer vorhandenen Salzen des Bodens zuzuschreiben, und namentlich ist die Beobachtung außerordentlich wichtig, daß sämmtliche Pflanzen, denen es an diesen Bodenbestandtheilen fehlte, nicht zur Hervorbringung reifen und keimfähigen Samens gelangen konnten. Es wird somit unser früherer Ausspruch durch diese Versuche aufs Glänzendste bestätigt, daß nämlich zur völligen Entwickelung der Pflanze, und dazu gehört doch wohl ohne Zweifel die Bildung von Samen, diese Bodenbestandtheile, die sich in der Asche der Pflanzen wiederfinden, unerläßlich sind.

Beobachtungen anderer Art weisen gleichfalls auf die Nothwendigkeit einer Aufnahme der Bodenbestandtheile von Seiten der Pflanzen mit Entschiedenheit hin. So hat man verschiedene Pflanzen, Balsaminen, Levkoien u. s. w. in glasirte Töpfe gepflanzt, und durch geeignete Vorkehrungen verhindert, daß Wasser, welches zum Besprengen der Blätter verwendet wurde, an dem Stengel herablaufend, in den Boden eindringen konnte. Sobald nun die Erde in den Töpfen ausgetrocknet war, fingen die Blätter der Pflanzen an gelb zu werden; als man sie aber mit der Vorsicht begoß, daß kein Wasser in den Boden eindringen konnte, erhielten sie ihre Frische auf einige Zeit wieder, was mehrmals wiederholt werden konnte. Niemals aber konnten die Pflanzen über den sechsten Tag, nachdem sie das erstemal welk geworden waren, am Leben erhalten werden. Es fehlte im vorliegenden Falle der Pflanze weder an Kohlensäure, noch an

Digitized by Google

Ammoniak, noch an Wasser, allein sie war nicht im Stande, die vorhandenen Salze des Bodens, aus Mangel des zur Auflösung nöthigen Wassers, aufzunehmen, was das Absterben zur Folge hatte. Ebenso erzählen praktische Gärtner: „Während des außerordentlichen Sommers (der trockene Sommer von 1842) haben wir die Beobachtung gemacht, daß der mangelnde Regen durch eine ununterbrochene Thätigkeit ersetzt werden kann. Denn wenn der Boden unserer Baumpflanzungen in Folge der immerwährenden Trockenheit in jeder Richtung gesprungen war, und die Bäume anfingen welk zu werden und der Saft zu vergehen, thaten wir alles Mögliche, um die Erde locker zu machen, und die Risse auszufüllen, was zur Folge hatte, daß auf den bearbeiteten Plätzen die Pflanzen sich wieder belebten. Dies ermuthigte uns dann, unsere Anstrengungen zu verdoppeln, und wir hatten Gelegenheit zu bemerken, daß da, wo die Erde umgearbeitet worden war, die Pflanzen von Neuem zu treiben anfingen, wie es nach einem warmen Regen geschieht, und daß der Boden dann selbst die feuchten Dünste aus der Atmosphäre anzieht. Wir wissen nicht, was die Ursache dieser Erscheinung war, aber so viel ist gewiß, daß, wenn die Erde wieder hart zu werden und aufzuspringen anfing, die Pflanzen von Neuem litten; dies konnte man leicht an den gerunzelten Blättern und an dem Mehlthaue, der sie sogleich befiel, erkennen." Wir meinen aber, diese Erscheinung ist wesentlich durch den Umstand zu erklären, daß durch Anziehung atmosphärischer Feuchtigkeit die trockenen Salze des Bodens wieder fähig gemacht wurden, bei den Pflanzen Aufnahme zu finden, und sehen, trotz der abweichenden Schlußfolgerungen, die man aus beiden Beobachtungen bereits anderwärts gezogen hat, darin nur eine abermalige Bestätigung unserer weiter oben aufgestellten Behauptung.

Genug, entziehen Sie der Pflanzenumgebung die nöthigen

Digitized by Google

Salze vollständig, so ist an ein Fortleben der Pflanze nicht zu denken, geschweige denn an ein Gedeihen derselben.

Aber, so werden Sie mir einwenden, es sind doch Versuche bekannt, wo man Samen, in völlig salzfreien Boden versetzt, keimen und Pflanzen hervorbringen sah, die zwar kümmerlich beschaffen waren, und keinen neuen Samen produziren konnten, die jedoch nichts desto weniger eine Zeit lang vegetirten, und Halme oder Stengel und Blätter erzeugten, ja das Beispiel der Hyazinthenkultur lehrt, daß man sehr üppige Pflanzen in reinem Wasser bei dem bloßen Vorhandensein der Bestandtheile der atmosphärischen Luft hervorzubringen vermag, daß daher den Bestandtheilen des Bodens mindestens nicht für alle Pflanzen eine solche Wichtigkeit zukomme. Diese Beispiele, meine Herren, sind mir sehr wohl bekannt, allein eine kurze Betrachtung wird diesen Einwurf sogleich beseitigen.

Vorerst nämlich muß bemerkt werden, daß in jedem Samen die der Pflanze nöthigen Bodenbestandtheile bei seiner Einäscherung als Asche in einer bestimmten Menge aufgefunden werden können. Diese Quantität muß als ein Reservoir betrachtet werden, aus welchem die keimenden Landpflanzen, zur Zeit, wo sie wegen mangelnder Wurzelausbildung noch nicht fähig sind, die ihnen nöthigen Aschenbestandtheile aus dem Boden zu entnehmen, dieselben schöpfen. Auf deren Kosten nun werden, wenn es sonst in der Pflanzenumgebung daran mangelt, sparsame Blätter u. s. w. am kümmerlichen Halme oder Stengel getrieben, allein sehr bald tritt Erschöpfung ein, und die weitere Entwickelung der Pflanze kommt trotz des Vorhandenseins der übrigen Nahrungsmittel ins Stocken, ja sie stirbt endlich, in ihrem Wachsthume unvollendet, ab. Die Untersuchung solcher Pflanzen auf ihren Gehalt an Aschenbestandtheilen zeigt, daß derselbe nicht größer ist, als der des Samens, der natürlich zur völligen Entwickelung der Pflanze nicht ausreicht. In

Digitized by Google

Betreff der Hyazinthenkultur findet aber ganz das Nämliche statt. Hier liegt in der Zwiebel eine gewisse Menge von Aschenbestandtheilen aufgespeichert, die für die kräftige Entwickelung einer Pflanze auch in den Fällen ausreichend erscheint, wo von Seiten des Bodens (des reinen Wassers) nichts Derartiges geboten wird. Allein im zweiten Jahre ist dieser Vorrath soweit aufgezehrt, daß er in den seltensten Fällen auch nur eine kümmerliche Pflanze hervorbringen kann, wenn nicht schon jetzt sogar das Hervorbrechen selbst einer solchen unmöglich gemacht, und somit das Absterben des Ganzen veranlaßt wird. Daher denn, soweit mir die Bedingungen einer solchen Hyazinthenkultur bekannt sind, die Nothwendigkeit des Einlegens der abgeblüheten Zwiebeln in einen Boden, aus welchem sie Gelegenheit haben, die nöthigen Salze sich wieder anzueignen, wenn sie im nächsten Jahre wieder kräftige Pflanzen hervorbringen sollen.

Ich denke, Ihre Einwendungen sind jetzt erledigt, und ich darf mich wohl der Ueberzeugung hingeben, daß Sie sämmtlich die Aschenbestandtheile der Pflanzen nicht für etwas Zufälliges, sondern für etwas durchaus Nothwendiges halten. Ich bemerke nur noch, daß die vorstehend mitgetheilten Versuche und Beobachtungen nicht die einzigen Beweise dieser Behauptung sind, sondern daß es noch eine Menge anderer giebt; ich habe dieselben hier nur um deßwillen übergangen, weil sie rein wissenschaftlicher und höherer Art sind, als daß ich vermöchte, sie zu Ihrer Aller Ersichtlichkeit ohne gar zu großen Zeitaufwand Ihnen vorzulegen, und weil das Mitgetheilte zur Beweisführung überhaupt, daß nämlich die Salze des Bodens und daher auch die Aschenbestandtheile durchaus für die Pflanzen nothwendig sind, jedenfalls hinreicht. Wenden wir uns daher zur Beantwortung einer anderen Frage, und untersuchen, in welcher Menge diese Aschenbestandtheile in den Pflanzen vorhanden sind.

In dieser Beziehung herrscht nun eine große Verschiedenheit,

Digitized by Google

nicht allein je nach der verschiedenen Art der Pflanze, sondern auch je nach der Verschiedenheit der untersuchten Theile einer und derselben Pflanze, wie aus folgender Zusammenstellung ersehen werden kann.

Nach Boussingault enthielten:

100 Theile	Weizenkörner	2,4	Asche,	sämmtliche Pflanzensubstanzen bei 110° C. getrocknet.
" "	Weizenstroh	7,0	"	
" "	Roggenkörner	2,3	"	
" "	Roggenstroh	3,6	"	
" "	Haferkörner	4,0	"	
" "	Haferstroh	5,1	"	
" "	Kartoffeln	4,0	"	
" "	Runkelrüben	6,3	"	
" "	Steckrüben	7,6	"	
" "	gelbe Erbsen	3,1	"	
" "	Erbsenstroh	11,3	"	
" "	Klee	7,7	"	

Nach Wiegmann und Polstorff enthielten:

100 Theile	Wicken (Samen)	2,56	Asche,	ob im blos lufttrockenen Zustande?
" "	Gerste (Körner)	2,43	"	
" "	Hafer (Körner)	2,86	"	
" "	Buchweizen (Samen)	1,52	"	
" "	Klee (Samen)	4,68	"	

Nach Braconnot lieferten:

100 Theile	Equisetum fluviatile	23,6	Asche	im trockenen Zustande.
" " "	hyemale	11,8	"	
" " "	arvense	13,8	"	
" " "	limosum	15,5	"	

Nach Forchhammer lieferten:

100 Theile	Laminaria latifolia	13,62	Asche	im getrockneten Zustande.
" "	Halidrys siliquosa	15,62	"	
" "	Chondrus plicatus	11,23	"	
" "	Polysiphonia elongata	17,10	"	
" "	Sargassum vulgare	22,58	"	
" "	Padina pavonia	34,75	"	

Digitized by Google

Nach Thomson gaben:

100 Theile	Cladonia rangiferina	12,47	Asche
" "	Scyphophorus pyxidatus	6,09	"
" " " "	bellidiflorus	1,18	"
" "	Ramalina scopulorum	4,18	"
" "	Parmelia omphaloides	8,12	"
" " "	saxatilis	6,91	"
" " "	parietina	6,75	"
" "	Cetraria islandica	1,84	"

Nach Sauſſure enthielten:

100 Theile	Eiche (Blätter)	5,5	Asche,
" " "	(Holz)	0,2	"
" " "	(Rinde)	6,0	"
" "	Pappel (Blätter)	9,3	"
" " "	(Holz)	0,8	"
" " "	(Rinde)	7,2	"
" "	Haselnuß (Blätter)	7,0	"
" " "	(Holz)	0,5	"
" " "	(Rinde)	6,2	"
" "	Weißbuche, Carpinus Betulus		
" " "	(Holz)	0,6	"
" " "	(Rinde)	13,4	"
" "	Tannennadeln	6,28	"
" "	Tannenholz	0,32	"
" "	Tannenrinde	1,78	"

wahrscheinlich blos im lufttrockenen Zustande.

(Die drei letzten Untersuchungen nach Hertwig.)

Ja selbst ein und derselbe Pflanzentheil besitzt einen verschiedenen Aschengehalt je nach der Zeit des Pflanzenwachsthumes, wie aus der nachstehenden Tabelle hervorgeht, in welcher ich einige Beobachtungen von Sauſſure zusammenstellte.

100 Theile	Eichenblätter vom 10. Mai	enthielten	5,3	Asche.
" " " "	vom 27. Septbr.	"	5,5	"
" "	Pappelblätter vom 26. Mai	"	6,6	"
" " " "	vom 12. Septbr.	"	9,3	"
" "	Haselnußblätter vom 1. Mai	"	6,1	"
" " " "	vom 2. Juni	"	6,2	"

Digitized by Google

100 Theile	Haselnußblätter vom 20. September	enthielten	7,0	Asche.
= =	Roßkastanienblätter vom 10. Mai	=	7,2	=
= =	= = vom 23. Juli	=	8,4	=
= =	= = vom 27. September	=	8,6	=
= =	Sonnenblumen (Helianthus annuus) vor der Blüthe, vom 25. Juni	=	14,7	=
= =	= = = = = vom 23. Juli	=	13,7	=
= =	= = mit Samen, vom 20. September	=	9,3	=
= =	Weizenpflanzen, einen Monat vor dem Blühen	=	7,9	=
= =	= = in der Blüthe	=	5,4	=
= =	= = mit reifen Samen	=	3,3	=
= =	Maispflanzen, einen Monat vor dem Blühen	=	12,2	=
= =	= = in der Blüthe	=	8,1	=
= =	= = mit reifen Samen	=	4,6	=

Nach dem bisher Mitgetheilten sind Sie zwar überzeugt, daß die Gegenwart der Aschenbestandtheile für das Gedeihen der Pflanze nothwendig ist, allein was die Menge dieser Aschenbestandtheile anlangt, in Betreff welcher wir soeben gesehen haben, daß sie bei verschiedenen Pflanzen, sowie bei verschiedenen Pflanzentheilen sehr verschieden sei, so könnte doch bei Ihnen der Zweifel rege werden, ob nicht diese Menge eine blos zufällige sei. Sie könnten sich nämlich recht wohl denken, daß anstatt der 2,4 Prozent Asche, welche Boussingault z. B. in den Weizenkörnern, und der 11,3 Prozent, welche er im Erbsenstrohe fand, bei einer zweiten Untersuchung von Weizenkörnern und Erbsenstroh das umgekehrte Verhältniß stattfinden werde, etwa so, daß man jetzt in den Weizenkörnern 11 oder noch mehr Prozente, und in dem Erbsenstrohe nur 2 oder noch weniger Prozente fände, woraus, wenn dies wirklich der Fall wäre, allerdings folgen würde, daß einer bestimmten Pflanze kein bestimmtes Quantum Aschenbestandtheile zukomme, sondern daß es für ihr Gedeihen ausreichend sei, wenn nur überhaupt Aschenbestandtheile zugegen sind, gleichgiltig wie viel. Allei dem ist nicht so, vielmehr gehört zum Wesen einer jeden Pflan

Digitized by Google

ein bestimmtes nur innerhalb gewisser Grenzen schwankendes Quantum solcher Aschenbestandtheile, welches sich bei der Untersuchung einer und derselben Pflanze, sie möge gewachsen sein wo sie wolle, stets wieder herausstellen wird. Treffen wir daher auf große Verschiedenheiten in Betreff des Aschengehaltes bei verschiedenen Pflanzen, so liegt auf der Hand, daß wir den Grund dieser Verschiedenheit in der Verschiedenheit der Pflanze zu suchen haben, und ebenso werden wir den Grund der Gleichheit des Aschengehaltes bei gleichen Pflanzen ebenfalls nur in der Gleichheit der untersuchten Pflanzen erkennen müssen, und es wird sich dadurch auch jene Einwendung, daß nämlich die Verschiedenheit der Menge der Asche bei verschiedenen Pflanzen von der Verschiedenheit des Bodens abhänge, mithin für die Pflanze eine blos zufällige sei, am Sichersten bekämpfen lassen.

So enthielt, um einige Beispiele zu geben, nach meinen Untersuchungen die bei 100° C. getrocknete Substanz von Kartoffelknollen, welche auf sehr verschiedenen Boden und in sehr verschiedenen Gegenden Sachsens gewachsen waren, folgende Mengen von Aschenbestandtheilen:

100 Theile Kartoffeln gaben 3,76 Asche,
" " " " 4,51 "
" " " " 3,85 "
" " " " 4,19 "
" " " " 3,83 "

Zwar sind die erhaltenen Zahlen nicht völlig gleich, allein ich bemerkte schon oben, daß die Menge von Asche, welche einer bestimmten Pflanze zukomme, innerhalb gewisser Grenzen schwanken könne (ein Gegenstand, auf welchen ich in einem späteren Kapitel wieder zurückkommen werde), und wenn wir aus den gefundenen Zahlen eine Mittelzahl berechnen, so finden wir, daß der Aschengehalt der bei 100° C. getrockneten Kartoffelknollen 4,03 ist. Wollen Sie nun mit dieser von mir gefundenen Aschen-

Digitized by Google

menge jene vergleichen, welche der Franzose Bousſingault an nicht in Sachsen gewachsenen Kartoffeln fand, nämlich 4,00, so erkennen Sie hoffentlich ohne Widerrede, daß die Behauptung, einer jeden Pflanze komme ein gewisses Quantum Aschenbestandtheile zu, eine wohlbegründete sei. Es wäre doch äußerst merkwürdig, wenn diese Gleichheit der Aschenmenge bei auf ganz verschiedenen Standorten gewachsenen Kartoffeln eben nur von dem Standorte, nicht aber von der Gleichheit der Pflanzenart abhängen sollte.

Umgekehrt aber bin ich im Stande Ihnen zu zeigen, daß bei absoluter Gleichheit des Standortes (also des Bodens und der im Boden enthaltenen Menge von Aschenbestandtheilen) der Aschengehalt der Pflanzen ein höchst ungleicher ist, wenn man nur Sorge trägt, daß man verschiedene Pflanzen zur Untersuchung wählt.

Sie werden mir zugeben, daß den Seepflanzen, welche in einem und demselben Meerestheile beisammen wachsen, von Seiten des umgebenden Wassers die gleichen Mengen von Boden- oder Aschenbestandtheilen zugeführt werden; wenn man daher bei verschiedenen solchen beisammen wachsenden Pflanzen einen seiner Menge nach verschiedenen Aschengehalt findet, so fällt abermals jener Einwurf, die Menge der Asche sei eine zufällige oder höchstens von der Verschiedenheit des Standortes abhängige, in Nichts zusammen, eben weil man hier bei absoluter Gleichheit des Standortes dennoch eine Verschiedenheit erkennt.

Nach Forchhammer enthielten aber aus dem Kattegat genommene verschiedene Seepflanzen folgende verschiedene Aschenmengen:

100 Theile	Iridaea edulis	gaben	9,86	Asche	in getrocknetem Zustande.
" "	Delesseria sanguinea	"	13,17	"	
" "	Furcellaria fastigiata	"	18,92	"	
" "	Chondrus crispus	"	20,61	"	

Digitized by Google

Ferner fand derselbe Gelehrte in ebenfalls verschiedenen bei Hoffmannsgave (an der dänischen Küste) aufgesammelten Seepflanzen:

100 Theile Polysiphonia elongata gaben 17,10 Asche
" " Halidrys siliquosa " 15,62 "
" " Laminaria latifolia " 13,62 "
" " Chondrus plicatus " 11,23 "
} in getrocknetem Zustande.

Ebenso untersuchte J. Gödechens in Hamburg verschiedene Fucus, welche an der Westküste von Schottland, am Ausflusse des Clyde, gesammelt worden waren, und fand folgende verschiedene Aschenmengen:

100 Theile Fucus digitatus gaben 20,40 Asche.
" " Fucus vesiculosus " 16,39 "
" " Fucus nodosus " 16,19 "
" " Fucus serratus " 15,63 "

Endlich ist noch die Frage zu beantworten, ob sämmtliche Körper, die wir als Aschenbestandtheile in unserer letzten Unterhaltung kennen gelernt haben, einer jeden Pflanze nöthig sind, oder ob gewissen Pflanzen nur gewisse Salze von Seiten des Bodens verabreicht zu werden brauchen, um sie fähig zu machen, die Vollendung ihres Wachsthumes zu erreichen. Es leuchtet einem Jeden von Ihnen von selbst ein, daß die Erörterung dieser Frage von größter Wichtigkeit für Ihre Praxis sein muß, indem man in dem Falle, wo z. B. bei der Verbrennung von vollkommen zur Entwickelung gelangten Pflanzen in der rückbleibenden Asche nur schwefelsaueres Kali aufgefunden worden wäre, natürlich nur Sorge zu tragen hätte, daß schwefelsaueres Kali im Boden vorhanden wäre, ebenso wie es sich von selbst versteht, daß eine Pflanze, deren Asche nach der Verbrennung nur kohlensaueren Kalk erkennen läßt, auf einem Boden nicht werde gedeihen können, dem es am Kalke völlig gebricht.

Digitized by Google

Was nun zunächst den ersten Theil der aufgeworfenen Frage anlangt, ob nämlich sämmtliche Bodenbestandtheile einer jeden Pflanze zu ihrer Entwickelung nöthig sind, so glaube ich dieselbe (mit Ausnahme von Jod und Brom, welche ich blos den Seepflanzen vorbehalten wissen möchte) mit „Ja" beantworten zu müssen, obschon ich für diese Behauptung keinen anderen Grund anführen mag, als eben meinen Glauben. Man wird mir zwar dagegen eine Menge Aschenuntersuchungen sehr verschiedener Pflanzen von verschiedenen Chemikern angestellt vorführen, in denen bald das Natrum, bald die Magnesia, oder irgend ein anderer Bodenbestandtheil nicht mit aufgezählt ist, woraus man sonach folgern müsse, diese Körper seien in der That nicht vorhanden gewesen. Allein, wenn Sie bedenken wollen, daß sehr gewöhnlich nur geringe Mengen von Asche überhaupt bei der Verbrennung einer Pflanze zurückbleiben, daß die chemische Ermittelung gerade der genannten Körper mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft, daß es sehr leicht ist, diese Körper zu verkennen, und daß die Absicht, in welcher man bisher derartige Aschenuntersuchungen anstellte, von mehr oder weniger abweichenden theoretischen Ansichten ausging, denen zu Folge es z. B. völlig gleichgiltig war, ob man Natrum in einer Landpflanze neben Kali vorfand oder nicht, so werden Sie hoffentlich aus dem Umstande, daß in irgend einer Aschenanalyse kein Natrum angeführt wird, sondern blos Kali, keinen entscheidenden Gegenbeweis gegen meine Behauptung erblicken wollen. Dies könnte, bei dem jetzigen Standpunkte der Dinge, nur dann der Fall sein, wenn wirklich nach Natrum gesucht, und angegeben worden wäre, daß man keines gefunden hätte; und selbst dann hätte ich immer noch die Ausrede, daß so wenig darin vorhanden gewesen wäre, daß man es bei der bekannten Schwierigkeit seiner Auffindung jedenfalls übersah. Mit einem Worte, die sämmtlichen vorhandenen Aschenanalysen können nicht

Digitized by Google

als ein Gegenbeweis meiner Behauptung angesehen werden, wie Sie in dieser Beziehung, wenn Sie mir mißtrauen, das bestätigende Urtheil eines jeden unparteiischen Chemikers gefälligst einholen mögen. Indessen ist es gar nicht nöthig, die Sache so auf die Spitze zu stellen. Ich habe ja nur gesagt, daß ich glaubte, es verhalte sich so, nicht aber, daß ich es wüßte; und eben weil ich es blos glaube, so kommt gar nichts darauf an, ob auch Sie oder irgend Jemand Anderes denselben Glauben haben oder nicht; wir werden insgesammt die Resultate wiederholt unternommener Aschenuntersuchungen abwarten müssen, um zu erfahren, ob der Eine oder der Andere der Bodenbestandtheile der einen oder der anderen Pflanze entbehrlich sei, oder ob wirklich alle in jeder Pflanze vorhanden sein müssen.

Der Uebelstand dieser Unsicherheit unserer bisherigen Erkenntniß in der angedeuteten Beziehung wird aber reichlich aufgewogen durch die Gewißheit, die wir in Betreff einiger Aschenbestandtheile besitzen, von denen wir wissen, daß sie noch stets in jeder Pflanze vorgefunden wurden, und ins Besondere durch den Umstand, daß wir mit Bestimmtheit kennen gelernt haben, daß gewissen Pflanzen gewisse Bodenbestandtheile in größerer Menge nöthig sind, als anderen, und umgekehrt.

Den ersten Punkt anlangend, so wissen wir, daß Kali, Kalk, Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kieselsäure in keiner, wenigstens in keiner Kulturpflanze fehlen, daß vielmehr das Gedeihen derselben mit Bestimmtheit an das reichlichere Vorhandensein der genannten Bodenbestandtheile geknüpft ist, die man daher auch stets in der Asche der Kulturpflanzen wiederfindet. Allein die Untersuchung der verschiedenen Pflanzenaschen lehrt, daß diese Körper in verschiedenen Verhältnissen darin vorhanden sind, so daß in der einen Pflanze oder dem einen Pflanzentheile Dieser, in einem anderen dagegen Jener in überwiegender Menge angetroffen wird; und da solche Verhältnisse für eine bestimmte

Digitized by Google

Pflanze dauernd sind, d. h. da man in der Asche einer und derselben, obwohl aus sehr verschiedenen Gegenden entnommenen und auf verschiedenem Boden gewachsenen Pflanzenart immer nahezu dieselben Verhältnisse der Aschenbestandtheile bei der Untersuchung wieder antrifft, so folgt daraus unwiderleglich, daß eine solche Verschiedenheit in der relativen Menge der anwesenden Aschenbestandtheile für die verschiedenen Pflanzen bezeichnend, und mithin den verschiedenen Pflanzen nothwendig sei. Ein Blick, auf die beigegebenen Tabellen geworfen, wird Ihnen ohne Schwierigkeit den Beweis dazu liefern.

So erkennen Sie z. B. aus der nachstehenden Tabelle recht deutlich den Umstand, auf welchen ich Sie soeben aufmerksam machte, daß nämlich das relative Verhältniß der Aschenbestandtheile einer und derselben Pflanze oder eines und desselben Pflanzentheiles nahezu dasselbe ist, obschon die zur Untersuchung verwendeten Kartoffelknollen nicht allein verschiedene Sorten, sondern auch auf verschiedenen Boden gewachsen waren.

	1000 Theile der Asche von		
	Wachskartoffeln.	Speisekartoffeln.	Kartoffeln einer mir unbekannten Sorte.
Alkalien	630,6	575,5	530,6
Kalk	4,8	6,7	53,3
Magnesia	37,4	41,6	
Eisenoxyd	0,8	1,0	0,0
Chlor	37,5	30,6	0,0
Schwefelsäure	63,7	61,8	69,5
Phosphorsäure	124,7	113,9	96,5

(Das in obigen Analysen an 1000 Fehlende ist Kohlensäure, Kohle und Verlust, während das Eisenoxyd, sowie das Chlor in der letzten Analyse, die nicht von mir herrührt, nur unbestimmt geblieben ist, in der That aber nicht gefehlt hat.)

Digitized by Google

Schwankungen in Betreff der relativen Menge der Aschenbestandtheile dieser drei verschiedenen Kartoffelsorten sind zwar vorhanden, allein sie sind doch immer innerhalb gewisser Grenzen eingeschlossen, so daß die im Allgemeinen gleiche Zusammensetzung der Asche der Kartoffelknollen nicht verkannt werden kann. Dasselbe geht aus der Aschenalyse von drei verschiedenen Sorten Reben hervor, welche auf völlig verschiedenen Boden gewachsen waren, und zwar: Rebenasche Nr. 1 auf Schotterboden von Geschieben (aus Gneus, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Chloritschiefer, Hornblendenschiefer, Quarz und einer sehr geringen Menge Kalk bestehend), Rebenasche Nr. 2 auf verwittertem Kalkboden, und Rebenasche Nr. 3 auf Glimmerschiefer gewachsen.

100 Theile der Asche von Reben lieferten nach Abzug der Kohlensäure, der Kohle und des Sandes

	Rebenasche Nr. 1.	Rebenasche Nr. 2.	Rebenasche Nr 3.
Kali	34,13	24,93	26,41
Natrum	7,59	7,00	8,57
Kalk	30,28	35,94	31,78
Magnesia	4,66	7,12	9,16
Eisenoxyd	0,16	0,24	0,19
Schwefelsauerer Kalk . .	4,55	4,02	4,13
Phosphorsäure	16,35	19,55	16,87
Kieselsäure	1,45	0,62	2,48
Chlornatrum	0,83	0,58	0,41

(Diese Untersuchungen sind von Hruschauer zu Grätz angestellt worden.)

Wollen Sie nun damit die Resultate der nachstehenden Untersuchungen des relativen Verhältnisses der verschiedenen Aschenbestandtheile in verschiedenen Pflanzen vergleichen, so wird Ihnen Das, was ich unter „einer im Allgemeinen gleichen Zusammen-

Digitized by Google

setzung" oder unter „einer völlig ungleichen Zusammensetzung" verstehe, noch ganz besonders einleuchten.

1000 Theile der Asche nachstehend verzeichneter Pflanzensubstanzen enthielten:

	Holz von Ulmus campestris.	Rinde von Ulmus campestris.	Samen von Fagus sylvatica.	Weizenkörner (Winterweizen).	Roggenkörner.	Roggenstroh.	Fucus vesiculosus.
Kali	151,9	15,5	181,3	208,0	318,9	171,8	130,1
Natrum	83,0	70,3	79 1	150 1	43,3	2,9	115,0
Kalk	319,6	506,4	194,7	18,3	28,4	89,8	83,6
Magnesia	49,5	22,2	92,5	91,2	98,6	23,9	61,2
Eisenoxyd mit Mangan	5,1	3,7	45,9	12,9	8,0	13,5	2,8
Chlor	—	—	4,2	—	Spuren	4,6	129,5
Schwefelsäure	9 3	4,3	17,5	—	14,2	8,1	240,6
Phosphorsäure	21 3	13,1	165,3	469,1	460 3	38,0	11,6
Kieselsäure	20,8	61,1	14,9	1,5	1,7	638,9	11 5
Jod	—	—	—	—	—	—	2,7

(Das in diesen Analysen an 1000 Fehlende ist Kohle, Kohlensäure und Verlust. Uebrigens rührt die Untersuchung des Holzes und der Rinde von Ulmus campestris von Wrightson aus Birmingham her, Die des Samens von Fagus sylvatica von Souchay in Frankfurt, Die des Weizens und Roggens von Will und Fresenius, Die des Fucus vesiculosus von Gödechens in Hamburg.)

Nachdem ich Ihnen im Vorstehenden bewiesen zu haben glaube, daß die Aschen- oder Bodenbestandtheile der Pflanze zu ihrem Gedeihen unerläßlich sind, daß ferner verschiedene Pflanzen verschiedene Mengen brauchen, und daß endlich eine große Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Asche stattfindet, welche natürlich durch die Art der Pflanze bedingt wird, so denke ich nicht, daß Sie noch immer mit Gleichgiltigkeit auf diese im Verhältnisse zur Masse der ganzen Pflanze allerdings eine sehr

Digitized by Google

untergeordnete Rolle spielenden Körper herabsehen werden, wie Sie denn auch jetzt begreiflich finden, daß eine Eintheilung ins Besondere der Kulturpflanzen, je nach dem hervorstechendsten Bestandtheile ihrer Asche, eine für die Praxis nicht unerhebliche Bedeutung haben müsse. Die umsichtige Begutachtung der wesentlichsten Bestandtheile einer Pflanzenasche vermag uns nämlich in den Stand zu setzen, schon von vorn herein zu bestimmen, welche Bestandtheile der Boden in vorwaltender Menge zu liefern habe, wenn eine gewisse Pflanze gedeihen soll, so daß wir uns recht gut den Fall denken können, daß eine Pflanze nur um deßwillen in irgend einem Boden nicht gedeihe, weil es ihr an demjenigen Aschenbestandtheile, den sie zu ihrer normalen Entwickelung braucht, entweder gänzlich fehlt, oder weil er nicht in genügender Menge vorhanden ist. Ordnete man nun die Kulturpflanzen nach Maßgabe der in ihrer Asche vorwaltend vorhandenen Bestandtheile z. B. in Kalipflanzen, Kalkpflanzen u. s. w., so wäre damit gleichzeitig ein Wink gegeben, daß zum üppigen Wachsthume der ersteren das Kali und zu Dem der letzteren der Kalk u. s. w. auf keinen Fall fehlen dürfe, ja daß man Sorge zu tragen hätte, diese Körper künstlich dem Boden in größerer Menge beizumischen, was eben, wie später gezeigt werden soll, Hauptaufgabe der Düngung ist.

Nachstehenden Versuch einer solchen Eintheilung der Kulturpflanzen entlehne ich der Agrikulturchemie von Liebig.

Digitized by Google

		Kali und Natrumsalze.	Kalk- und Magnesiasalze.	Kieselsäure.
Kieselpflanzen.	Haferstroh mit Samen (in künstlicher Ackererde)	34,00	4,00	62,00
	Weizenstroh	22,50	7,20	61,50
	Gerstenstroh mit Samen (in künstlicher Ackererde)	19,00	25,70	55,30
	Roggenstroh	18,65	16,52	63,89
	gutes Wiesenheu . .	6,00	34,00	60,00
Kalkpflanzen. (Der Kalk durch Magnesia ersetzbar?)	Tabak, Havanna . .	24,34	67,44	8,30
	" deutscher . .	23,07	62,23	15,25
	" in künstlicher Ackererde.	29,00	59,00	12,00
	Erbsenstroh	27,82	63,74	7,81
	Kartoffelkraut	4,20	59,40	36,40
	Wiesenklee (in künstlicher Ackererde). . .	39,20	56,00	4,90
Kalipflanzen. (Das Kali durch Natrum ersetzbar?)	Maisstroh	72,45	6,50	18,00
	Weiße Rüben	81,60	18,40	—
	Runkelrüben	88,00	12,00	—
	Kartoffelknollen . . .	85,81	14,19	—
	Helianthus tuberosus	84,30	15,70	—

Meine Herren, ich enthebe mich für heute aller weiteren Folgerungen, die man aus dem in Betreff der Aschenbestandtheile der Pflanzen Mitgetheilten machen kann und machen muß. Es lag mir vorerst nur daran, Sie von den Thatsachen in Kenntniß zu setzen, damit wir uns in dem letzten Abschnitte unserer Unterhaltungen, wo wir uns mit der Praxis der Agrikultur beschäftigen werden, freier bewegen können, als es ohnedem der Fall sein dürfte. Alle Schwächen und Mängel des eben abgehandelten Kapitels mögen Sie, wie billig, damit entschuldigen,

Digitized by Google

daß der ganze Gegenstand nur erst in der allerneuesten Zeit eine wissenschaftliche Bearbeitung gefunden hat; denn sollte ich vielleicht nach zehn Jahren abermals das Vergnügen haben, vor Ihnen denselben Gegenstand zur Sprache bringen zu dürfen, so gebe ich Ihnen mein Wort, daß er eine ganz andere Vollendung und Abrundung haben wird.

Digitized by Google

Zwölfte Vorlesung.

Die Kultur der Pflanzen im Allgemeinen.

Mögen Sie sich, meine Herren, die ersten Anfänge des Ackerbaues in der Kindheit des Menschengeschlechtes denken, wie Sie nur immer wollen, so werden Sie doch darin mit mir übereinstimmen, daß den ersten Anlaß zur Ausübung des Ackerbaues jedenfalls der Wunsch gab, diejenigen Pflanzen, von denen man erfahrungsmäßig einen gewissen Nutzen mit Recht erwarten durfte, in der Nähe zu haben, anstatt genöthigt zu sein, sie oder auch nur ihre hauptsächlich nutzbringenden Theile aus nicht selten großer Ferne herbeizuholen. Eine natürliche Folge solchen Wunsches war ohne Zweifel der Versuch, die frei- und wildwachsenden Pflanzen, auf welche man wegen ihrer in irgend einer Beziehung erprobten Nützlichkeit das besondere Augenmerk gerichtet hatte, von ihrem ursprünglichen Standorte zu entfernen, und ihnen einen anderen, jenem Wunsche entsprechenden anzuweisen. Nicht immer mögen jedoch derlei Versuche durch einen günstigen Erfolg gekrönt worden sein, vielmehr ist es mehr als wahrscheinlich, daß Viele derselben mißglückten, und nur erst allmählich wird sich durch die Erfahrung herausgestellt haben, welche Pflanze eine solche Veränderung ihres natürlichen Standortes vertragen könne und welche nicht. Durch solche Betrachtung des Herganges der Dinge ist denn auch der Begriff von „Kul-

Digitized by Google

turpflanze" festgestellt, indem Kulturpflanzen im weiteren Sinne des Wortes alle diejenigen Pflanzen sein werden, die auf der einen Seite den Menschen durch ihren Nutzen zu ihrem Anbaue auffordern, und die auf der anderen Seite eine Veränderung ihres natürlichen Standortes vertragen, ohne daß dadurch die Vollendung ihres Wachsthumes gefährdet wird.

Allein es konnte nicht fehlen, daß man alsbald zu beobachten anfing, wie in den meisten Fällen in Folge des künstlichen Anbaues dieser Kulturpflanzen eine mehr oder weniger bedeutende Veränderung der Beschaffenheit derselben sich zutrug, d. h. daß das ganze Ansehen der kultivirten Pflanze, verglichen mit dem Ansehen der im freien und wilden Zustande wachsenden Pflanze, ein mehr oder weniger umgeändertes ward. Und wenn man gleichzeitig wahrnahm, daß mit diesem veränderten Ansehen auch eine Veränderung der nutzbringenden Eigenschaften statthatte, die sich bei der einen Pflanze in einer Steigerung dieser Eigenschaften, bei einer anderen Pflanze dagegen in einer Verminderung derselben aussprach, so lag es sehr nahe, nach der Ursache dieser Veränderung zu forschen, oder ohne Weiteres sich auf den Anbau derjenigen Pflanzen zu beschränken, deren Veränderung während ihrer Kultur von der Art war, daß ihre ursprünglich erkannte Nutzbarkeit dadurch erhöht ward. Man gelangte sonach auf rein erfahrungsmäßigem Wege zur Erkenntniß einer gewissen Anzahl von Pflanzen, deren nutzbare Eigenschaften durch die Kultur gesteigert werden konnten, die man daher vorzugsweise gern anbaute, und die man deßhalb mit dem Namen der „Kulturpflanzen im engeren Sinne des Wortes" belegen muß.

Wenn ich daher „Kulturpflanze" so definire, daß man darunter eine Pflanze zu verstehen habe, welche eine Veränderung ihres natürlichen Standortes zu ertragen vermag, ohne die nützlichen Eigenschaften, die man an ihr im freien und wil-

Digitized by Google

den Zustande kennen lernte, zu verlieren, ja welche dabei wohl gar noch eine Steigerung ihrer Nutzbarkeit zulässig macht, so denke ich nicht, daß Sie Diesem widersprechen werden; ebenso wenig aber glaube ich, Ihren Widerspruch zu erregen, wenn ich hinzufüge, daß alle kultivirten Pflanzen sich in einem abnormen d. h. unnatürlichen, vielmehr künstlich hervorgebrachten Zustande befinden, dessen Unterhaltung einer fortdauernden Beaufsichtigung bedarf, worin eben das Wesen der Kultur begründet ist. „Die Kultur," um die Worte eines Anderen zu brauchen, „beabsichtigt eine abnorme Entwickelung und Erzeugung gewisser Pflanzentheile oder Pflanzenstoffe, die zur Ernährung der Thiere und Menschen, oder für die Zwecke der Industrie verwendet werden," und hat das fortdauernde Bestreben, der von der Natur einer jeden Pflanze in eigenthümlicher Weise vorgeschriebenen Entwickelung derselben bei gewissen Pflanzen (den Kulturpflanzen) hindernd in den Weg zu treten, da sie fortdauernd sich bemüht, den unnatürlichen d. h. abnormen Zustand der Kulturpflanzen zu erhalten. Ich glaube schon, daß die soeben gegebene Erklärung, was man unter Kultur zu verstehen habe, wenigstens theilweise Ihr Befremden erregt, allein wenn Sie sich Ihrer eigenen Erfahrungen erinnern wollen, denen zu Folge die Kulturpflanzen, sich selbst überlassen, in den wilden d. h. natürlichen Zustand alsbald wieder zurückkehren, oder wohl gar von dem ihnen künstlich angewiesenen Standorte völlig verschwinden, sobald die Bemühungen der Kultur nachlassen, so wird Ihnen die Richtigkeit der obigen Erklärung nicht entgehen können, zumal es Ihnen schwer werden sollte, den Beweis zu liefern, daß gerade derjenige Zustand der Kulturpflanzen, den Sie vorzugsweise durch die Kultur herbeizuführen beabsichtigen, und auch endlich herbeizuführen vermögen, der natürliche und ursprüngliche sei. Es geht in der Agrikultur den Kulturpflanzen nahezu ebenso, wie man in der Oekonomie mit dem Mastviehe

Digitized by Google

verfährt. Ich entsinne mich, öfter Mastvieh gesehen zu haben, in deren Körper solche Massen von Fett sich angehäuft hatten, daß sie dadurch in ihren natürlichsten Verrichtungen gestört wurden, indem z. B. die Last des Körpers so ungeheuer geworden war, daß er kaum von den Füßen unterstützt werden konnte. Der Oekonom hatte in so weit vollkommen recht, wenn er mit triumphirender Miene auf ein solches Produkt seiner ökonomischen Erfahrung und Einsicht hinsah, denn es war ja sein Vorsatz und Wille, so ungeheuere Massen von Fett zu erzeugen; allein es ist ihm sicher nicht einen Augenblick lang in den Sinn gekommen, behaupten zu wollen, der so künstlich hervorgebrachte Zustand des Thieres sei der natürliche, und diese Thiere seien überhaupt nicht zum Laufen bestimmt.

Wenn wir uns nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen fragen, worin denn eigentlich die Ursache liege, daß die Pflanzen bei künstlich verändertem Standorte, also bei der Kultur, andere Beschaffenheiten, entweder in ihrer Allgemeinheit, oder nur in Betreff einzelner Theile annehmen, so sind wir, vorausgesetzt, daß den wilden, sowie den kultivirten Pflanzen die gleiche Feuchtigkeit, das gleiche Licht, die gleiche Wärme, also vollkommene Gleichheit der allgemeinen Bedingungen des Pflanzenwachsthumes zu Gebote stehen, natürlich nur auf eine Ungleichheit im Vorhandensein der der Pflanze nothwendigen materiellen Stoffe (Nahrungsmittel) als auf die veranlassende Ursache der an der Kulturpflanze wahrzunehmenden Veränderung hingewiesen, und da ferner in keiner Weise abzusehen ist, inwiefern die Atmosphäre, welche den Kulturpflanzen materielle Stoffe abgiebt, eine andere Beschaffenheit haben könne, als jene, welche den wildwachsenden Pflanzen Nahrungsmittel darbietet, so leuchtet ein, daß die Ursache nur im Boden liegen müsse. Gleichzeitig aber geht aus diesen Betrachtungen hervor, daß es die Kultur der Hauptsache nach nur mit der Erkenntniß der Bo-

Digitized by Google

denbeschaffenheit auf der einen Seite, und mit der Erkenntniß der Ansprüche der verschiedenen Kulturpflanzen, die sie auf gewisse Bestandtheile des Bodens machen, auf der anderen Seite zu thun habe, und daß in dieser doppelten Erkenntniß allein die rationelle Grundlage der Agrikultur als Wissenschaft zu suchen sei. Es lag daher in der Natur der Sache, daß sich die Agrikultur zu dem Range einer Wissenschaft nur erst in der allerneuesten Zeit emporzuschwingen vermochte, weil ihr die Hilfe, welche von Seiten der Chemie dazu nöthig war, nur erst jetzt zu Theil werden konnte, und weil bekanntlich die Chemie selbst nur erst in der neuesten Zeit Das ward, was man mit Grund eine Wissenschaft nennen kann. Erst nachdem die Umgebungen der Pflanze, also die Luft, das Wasser und der Boden chemisch untersucht worden waren, und erst nachdem man durch gründliche chemische Untersuchungen der Bestandtheile der Pflanzen die materiellen Bedürfnisse der Pflanzen kennen gelernt hatte, konnte an die Aufführung eines wissenschaftlichen Gebäudes der Agrikultur gedacht werden; alle früheren Versuche dazu mußten nothwendig verunglücken.

Wie aber, so werden Einige von Ihnen fragen, war es möglich, daß man mehre Jahrtausende hindurch Ackerbau betreiben, und zwar mit Erfolg betreiben, und doch eine wissenschaftliche Grundlage so lange entbehren konnte? während Andere von Ihnen mir geradezu widersprechen werden, indem sie behaupten, es gebe schon längst eine Wissenschaft des Ackerbaues, und es habe dieselbe keineswegs blos auf die Chemie zu warten gebraucht, um es zu werden. Beiden, sowohl Denen, die so fragen, als Denen, die mir so widersprechen, bemerke ich, daß der Ackerbau auch eine „Kunst" ist, wie schon der gewöhnliche Name „Ackerbaukunst" andeutet, daß man zu einer kunstgemäßen Ausübung desselben schon in den frühesten Zeiten des Ackerbaues wird hingewiesen worden sein, daß eine kunstmäßige

Digitized by Google

Ausübung aber noch keine Wissenschaft ist, und daß sehr wohl unter gewissen Bedingungen eine Kunst ohne Wissenschaft betrieben werden kann. Man machte eine Menge Erfahrungen, und stellte dieselben zu gewissen Regeln zusammen, welche befolgt werden mußten, wenn man Ackerbau mit Glück ausüben wollte; man faßte diese verschiedenen Regeln unter wenige allgemeine Gesichtspunkte, und gelangte so zu gewissen Grundsätzen und Gesetzen, in denen man allerdings die ersten Versuche, die Agrikultur zu einer Wissenschaft zu erheben, zu erblicken hat; allein alle Irrthümer, die Folgen trügerischer Erfahrungen und noch weit trügerischerer Schlüsse, wurden in diese Grundsätze und Gesetze mit übergetragen, und machten, daß die Theorie einer so entstandenen Wissenschaft mit der Praxis der ursprünglichen Kunst in stetem Widerstreite war. Und darin, meine Herren, daß die sogenannte Theorie des Ackerbaues bis jetzt noch keine Bestätigung durch die Praxis hat finden können, und daß umgekehrt die Praxis bis jetzt noch keinen größeren Nutzen aus der Theorie zu ziehen vermochte, liegt eben der Beweis, daß es bis auf die neueste Zeit gar keine wirkliche Wissenschaft des Ackerbaues gab.

Es ist endlich die Zeit gekommen, wo die Ausübung des Ackerbaues als bloße Kunst aus hier nicht weiter zu erörternden Ursachen nicht mehr ausreicht; eine Wahrheit, die allgemein gefühlt wird. Der Ackerbau hat als Kunst unter Aufbietung des äußersten Scharfsinnes in der mechanischen Bearbeitung des Bodens und der mechanischen Behandlung der Kulturpflanzen wahrscheinlich seine Grenze erreicht, so daß es beinahe lächerlich erscheint, noch von bedeutenden Erfindungen und wesentlichen Verbesserungen, die in Betreff des Ackerbaues als Kunst etwa gemacht werden sollten, sprechen zu wollen. In dieser Beziehung bleibt nichts weiter zu thun übrig, man ist so gut als fertig. Alle Bestrebungen der Praxis, dies lehrt die tägliche Erfahrung, sind jetzt, bewußt oder unbewußt, darauf gerichtet, eine Ackerbauwissen-

Digitized by Google

schaft zu begründen, und dies kann nur durch umsichtige Beachtung der Naturwissenschaften und vorzugsweise der Chemie geschehen.

Auf rein empirischem Wege d. h. nur als Sache der Erfahrung hat man zwar die Vortheile der Brache und des Fruchtwechsels, sowie die Nothwendigkeit der Düngung gefunden, allein trotzdem daß sich die Erkenntniß dieser Dinge seit Jahrtausenden datirt, ist man doch bis auf die neueste Zeit gehalten gewesen, im Wesentlichen genau so wie damals zu verfahren, trotz mancher längst fühlbar gewordenen und allgemein anerkannten Mängel. Man hat es nicht gewagt, die alten Methoden zu verlassen, man vermochte nicht, sie wesentlich zu verbessern, und darauf abzielende zahlreiche Versuche konnten der Natur der Sache nach nur auf gut Glück hin angestellt werden, und haben durch ihre Erfolglosigkeit, sowie durch die Opfer, welche an Zeit, Arbeit und Geld gebracht wurden, verursacht, daß man in der Agrikultur alle Abweichungen von dem alten Herkommen mit Mißtrauen ansieht. Ist man ja doch dahin gekommen, es fast als Regel anzunehmen, daß diejenigen Felder am Kümmerlichsten bestanden sind, bei deren Bestellung mit der größten Gelehrsamkeit verfahren wurde, und daß man es ganz in der Ordnung findet, wenn eine Besitzung in der Hand eines theoretisch gelehrten Oekonomen geringeren Ertrag zeigt, als unter der Verwaltung eines rein praktisch gebildeten Landwirthes. Mit einem Worte, die Praxis fühlt überall Mängel, und will doch von der Theorie nichts wissen, weil sie durch die Erfahrung zu der Einsicht gekommen ist, daß es der bisherigen sogenannten Theorie an richtiger Grundlage und somit an einer inneren Konsequenz fehlt.

Die Kunst des Ackerbaues erfand die Brache, den Fruchtwechsel und die Düngung; allein die Vervollkommnung dieser Dinge ist Sache des Ackerbaues als Wissenschaft, welche, ob sie wahr oder unwahr ist, einem doppelten Prüfsteine unterworfen werden kann. Sie muß nämlich erstens den wohlbegrün-

Digitized by Google

deten Erfahrungen anderer Wissenschaften nicht widerstreiten, und muß zweitens geeignet sein, bei ihrer praktischen Anwendung günstigere Resultate zu liefern, als die bloße Empirie.

Ich werde daher jetzt versuchen, Ihnen von den Bestrebungen der jüngsten Zeit, eine Ackerbauwissenschaft zu begründen, einen gedrängten Abriß vorzulegen, und kann um so zuversichtlicher erwarten, daß ein solcher Versuch bei Ihnen eine günstige Aufnahme finden werde, als Sie auf der einen Seite durch das bis jetzt Vorausgeschickte in den ziemlich vollständigen Besitz derjenigen theoretischen Kenntnisse gelangten, die zu wissen nöthig sind, um zu beurtheilen, ob dieser Versuch wirklich mit den übrigen Naturwissenschaften im Einklange steht, und als Sie auf der anderen Seite im Besitze zahlreicher praktischer Erfahrungen sind, auf welche sich als auf einen anderweitigen Beweis die Ihnen vorzulegende Theorie stets stützen soll, wodurch dieselbe, so denke ich, in keiner Weise bei Ihnen an Kredit verlieren wird. Daß natürlich hier nur von dem chemischen Theile dieser Wissenschaft die Rede sein kann, versteht sich von selbst, obwohl ich Ihnen die Zusicherung ertheilen darf, daß auch der botanisch-anatomische und physiologische Theil derselben nicht zurückgeblieben ist, und daß ich den Wunsch habe, Ihnen vielleicht später einmal einen Abriß der Bestrebungen der jüngsten Zeit auch in dieser Richtung zu geben.

Der Unterschied der jüngst aufgestellten Theorie der Ackerbaukunst wird am Deutlichsten in die Augen fallen, und im Vergleiche mit der älteren am Leichtesten zu bemerken sein, wenn ich mich an die bisher beliebte Anordnung der zur Sprache kommenden Gegenstände möglichst anschließe, so daß ich eigentlich nur von Brache, Wechselwirthschaft und Düngung zu sprechen habe, und dennoch reichliche Gelegenheit finden werde, alles der neuen Theorie Angehörige beizubringen.

Digitized by Google

Dreizehnte Vorlesung.

Die Brache.

„Die Gewohnheit," so heißt es in einem vor 20 Jahren erschienenen, aber für seine Zeit anerkannt guten Lehrbuche der Agrikulturchemie, „die Felder nach dem Hervorbringen einiger Ernten ausruhen zu lassen, reicht in das graueste Alterthum hinauf, und macht noch jetzt die Grundlage des in dem größten Theile von Europa befolgten Ackersystemes. Wenn man die Erde durch zwei oder drei auf einander folgende Ernten erschöpft hat, glaubt man sie ein oder zwei Jahre hindurch ausruhen oder brach liegen lassen zu müssen, um ihr Zeit zu lassen, ihre Kräfte oder ihr Produktionsvermögen aufs Neue zu erlangen."

Um nun über den Grund oder Ungrund der Nothwendigkeit zu Brachen, ein Gegenstand, über den bereits viel gestritten wurde, ins Reine zu kommen, und um sich überhaupt einen richtigen Begriff von der Bedeutung der Brache zu machen, ist es vor allen Dingen unerläßlich, zu ermitteln, wodurch erstlich dieser Nachlaß des Produktionsvermögens der Erde bedingt werde, und zweitens, worin die sogenannte Ruhe des Feldes bestehe.

Wir haben früher schon bewiesen, daß die Hauptmasse des Bodens zur Ernährung der Pflanzen im Allgemeinen nichts beitrage, und daß, wenn wir der Erfahruug gemäß sehen, daß der Boden den Kulturpflanzen nöthig ist, dies nur insofern eine Erklärung findet, als der Boden den Wurzeln dieser Pflan-

Digitized by Google

zen einen mechanischen Stützpunkt darbietet, und als er den Träger für gewisse, den Pflanzen unentbehrliche Salze und für das nöthige Wasser abzugeben im Stande ist. Bleiben wir aber bei dieser Ansicht stehen, so liegt auf der Hand, daß der Boden in einer doppelten Hinsicht untauglich sein kann, um ihn mit Vortheil zur Kultur von Pflanzen zu verwenden; denn entweder kann ihm diejenige mechanische Beschaffenheit abgehen, die von Seiten der Pflanzen zur gehörigen Feststellung ihrer Wurzeln verlangt wird, oder es kann ihm an den für das Pflanzenwachsthum nöthigen Salzen mangeln. In dem einen, wie in dem anderen Falle wird ein solcher Boden zur Kultur ohne besondere Vorbereitung nicht benutzt werden können.

Allein es ist ja wohl auch denkbar, daß ein früher fruchtbarer Boden später seine Fruchtbarkeit dadurch verliert, daß entweder seine Masse eine so ungünstige mechanische Beschaffenheit annimmt, daß eine fernere geeignete Feststellung der Pflanzenwurzeln nicht mehr möglich ist, oder daß er an denjenigen Salzen erschöpft worden, deren Vorhandensein nothwendiges Bedingniß eines möglichen Pflanzenwachsthumes war. In beiden Fällen muß das Produktionsvermögen der Erde geschwächt, oder nach den Umständen gar aufgehoben erscheinen, und nur die Untersuchung der mechanischen, sowie der chemischen Beschaffenheit des Bodens wird Auskunft geben, wie ein solcher Boden mit Sicherheit wieder zur Fruchtbarkeit zurückzuführen sei.

Was aber die sogenannte Ruhe der Felder anlangt, so ist unzweifelhaft die Bezeichnung „Ruhe" die Veranlassung gewesen, daß man sich die sonderbarsten Vorstellungen davon gemacht hat, und in dieser Beziehung Ansichten verbreitet findet, die allerdings nicht geeignet sind, ein klares Bild dieses Zustandes der Erde hervorzubringen, und ein richtiges Verständniß der Brache, denn so nennt man ja vorzugsweise den Ruhezustand,

Digitized by Google

herbeizuführen. „Das Bedürfniß nach Ruhe," so wird anderwärts bemerkt, „welches die Natur in alle Thiere gelegt hat, wenn sie durch eine lange Reihe von Anstrengungen oder durch eine anhaltende Arbeit ermüdet und erschöpft sind, hat ohne Zweifel Vieles dazu beigetragen, dieser Kulturart (der Brache) Eingang zu verschaffen, und, wiewohl die Aehnlichkeit, welche man zwischen den Verrichtungen des thierischen Lebens und anderer Körper aufstellen wollte, weder richtig noch vernunftgemäß ist, bedeutend zu der Bekräftigung der Lehre vom Brachen mitgewirkt". Die Erde kann aber weder schlafen, noch hat sie Gliedmaßen, die sie behaglich strecken möchte, weßhalb es ihr angenehm und nützlich sein könnte, vom Pfluge, sowie von dem Eindringen der Wurzeln der Kulturpflanzen einige Zeit verschont zu bleiben; wohl aber hat sie in der Mehrzahl der Fälle das Vermögen, ihren Aggregatzustand zu ändern, wenn sie längere Zeit vom Pfluge nicht durchfurcht und durcheinander gerührt wurde, und gewisse den Kulturpflanzen unentbehrliche Salze in größerer Menge in sich anzuhäufen, wenn man sie eine Zeit lang unkultivirt läßt.

In Beziehung auf das Vermögen des Bodens, seinen Aggregatzustand d. h. den mechanischen Zustand, in welchem sich die kleinen zerriebenen mineralischen Bestandtheile befinden, zu verändern, so wird Sie, meine Herren, eine sehr einfache Betrachtung auf den Standpunkt führen, von welchem aus diese Angelegenheit zu beurtheilen ist. Es ist bekannt, daß durch fortgesetztes Schütteln, Umrühren, Hin- und Herwerfen u. s. w. die kleinsten Theilchen, durch deren mechanisches Zusammenhängen die Erdscholle entsteht, ihren Zusammenhang völlig verlieren, und man kann sich sehr gut eine Vorstellung machen, daß durch lange fortgesetztes, sehr emsiges Graben, Pflügen, Eggen u. s. w. endlich ein ähnlicher Zustand der Oberfläche eines ganzen Feldes herbeigeführt werden könne, und zwar um

Digitized by Google

so leichter, je mehr Hinneigung zum Auseinanderfallen die kleinsten Theilchen des Bodens ohnedies schon besitzen. Wird nun einem so übermäßig aufgelockerten, ja gänzlich zerfallenen Boden zugemuthet, gewissen Kulturpflanzen einen tauglichen Stützpunkt für ihre Wurzeln zu gewähren, so begreift man, daß Dies zu viel verlangt ist, und wird sich nicht wundern, wenn das Pflanzenwachsthum auf solchem Boden ein kümmerliches ist, wenn mit einem Worte die Ernte mißräth, trotzdem daß allen übrigen Bedingungen der Pflanzenernährung aufs Beste entsprochen wurde. Ueberläßt man dagegen einen solchen Boden eine längere Zeit hindurch sich selbst, so werden nach und nach unter dem Einflusse des langsam einsickernden atmosphärischen Wassers (Regen- und Schneewassers) die kleinsten Theilchen des Bodens wieder einander genähert, und durch mancherlei Körper, deren Auflösung eben durch das Wasser bedingt ist, mit einander wieder verbunden, und so der verlorene Zusammenhang des Ganzen und mit ihm die Fruchtbarkeit wieder hergestellt. Dieses „Sichzusammensetzen" lockerer Erdtheilchen, als einfaches Resultat der Zeit und des Regens, ist ja allbekannt, und wird bei allen Erdarbeiten, wie z. B. bei Aufführung des Unterbaues von Eisenbahnen, mit gutem Erfolge benutzt. Man sieht nach und nach die aufgeworfenen Erddämme etwas zusammensinken, und die Untersuchung der Erdmasse zeigt, daß der frühere lockere Zusammenhang bedeutend fester geworden ist, ohne daß man zu den mechanischen Hilfsmitteln des Einwalzens oder Festrammelns seine Zuflucht nahm. Ich brauche mich bei diesem Gegenstande nicht weiter aufzuhalten, weil die Chemie mit diesem mechanischen Theile der Brache nichts zu thun hat, und weil Sie ihn in jedem guten agronomischen Handbuche weitläufiger erörtert finden. Nur wollte ich Sie bei dieser Gelegenheit auf das sogenannte „Todtpflügen" aufmerksam machen, welches in vorstehenden Andeutungen seine Erklärung finden dürfte, und bemerken, daß die

Digitized by Google

Brache in den Fällen, wo sie durch nichts Anderes, als nur durch die soeben besprochene mechanische Beschaffenheit des Bodens erheischt wird, jedenfalls durch die mechanischen Hilfsmittel des Walzens und dergleichen abgekürzt, ja völlig entbehrlich gemacht werden könne, natürlich vorausgesetzt, daß die Anwendung dieser mechanischen Mittel nicht mehr pekuniäre Kräfte in Anspruch nimmt, als durch die zu erzielenden Ernten reichlich wieder aufgewogen werden.

In Betreff des zweiten Punktes, des Vermögens nämlich, welches der eine Zeit lang nicht mit Kulturpflanzen bestandene Boden besitzt, gewisse den Pflanzen unentbehrliche Salze in größerer Menge in sich anzuhäufen, so bitte ich Sie, sich Dessen zu erinnern, was früher bei unseren Unterhaltungen, welche den Boden zum Gegenstande Ihrer Betrachtungen machten, über die Verwitterung gesagt worden ist, indem alles dort Erörterte hier seine Anwendung findet. Wir zeigten dort, daß das Material alles kulturfähigen Bodens das Produkt der ehemaligen Zerstörung der Gebirge sei, welches entweder am Orte der Zerstörung selbst liegen blieb, oder durch Wasser fortgeschafft und anderwärts abgesetzt wurde, und bemerkten, daß diese Zerstörung des festen Gesteines ursprünglich durch die Verwitterung veranlaßt worden sei, und daß dieser Prozeß auch an dem vielfach zertrümmerten Gesteinsmateriale und überhaupt so lange fortgesetzt werde, als noch Material vorhanden ist, welches verwittern kann. Wenn nun die mechanische wie chemische Untersuchung aller bekannten Ackererden gelehrt hat, daß unter den kleineren Mineraltheilchen, aus denen sie ihrer Hauptmasse nach zusammengesetzt sich zeigen, stets solche vorhanden sind, die noch verwittern können, so ist nicht der mindeste Grund vorhanden, weßhalb dies nicht geschehen solle, und alle Folgeerscheinungen der Verwitterung der Gesteine überhaupt werden sich natürlich auch hier bei der Verwitterung der kleinsten Theilchen der Ackererde bemerkbar machen.

Digitized by Google

Als eine solche Folgeerscheinung, die für das Wachsthum der Pflanzen von besonderer Wichtigkeit war, mußte aber vor Allem die Bildung gewisser alkalischer Salze und im Wasser löslicher Kieselsäure erwähnt werden, und diese Bildung ist es denn auch, die man zunächst ins Auge zu fassen hat, wenn es sich um die Erklärung der Thatsache handelt, wie es denn komme, daß ein Boden, der für irgend eine Pflanze unfruchtbar geworden ist, durch bloses, einige Zeit fortgesetztes Brachliegen für dieselbe Pflanze wieder fruchtbar gemacht werden kann.

Wenn nämlich die Fruchtbarkeit eines Bodens unter sonst günstigen Umständen dadurch bedingt wird, daß er eine Menge durch die Verwitterung entstandene Salze und im Wasser lösliche Kieselsäure enthält, Körper, ohne welche die Kulturpflanzen nicht zur Entwickelung kommen können, so begreift man, daß durch die jährliche Hinwegnahme der erbauten Gewächse gleichzeitig auch eine gewisse Menge dieser Verwitterungsprodukte hinweggeführt, und daß dadurch die ursprünglich vorhandene Menge derselben im Boden verringert werden muß. Hält nun die Verwitterung des im Boden vorhandenen, fernerer Verwitterung fähigen Materiales und die dadurch stets von Neuem produzirte Quantität von alkalischen Salzen und im Wasser löslicher Kieselsäure gleichen Schritt mit der Hinwegnahme (ein Umstand, der jedoch in den seltensten Fällen und in Deutschland wohl gar nicht stattfindet), so ist leicht einzusehen, daß ein solcher Boden für immer fruchtbar sein wird; während, wenn die jährliche Hinwegnahme größer ist, als die jährliche Bildung neuer Salze u. s. w. durch die Verwitterung, Verringerung der Fruchtbarkeit und endlich völlige Erschöpfung des Bodens eintreten muß, und zwar um so schneller, je größer die jährliche Differenz ist, d. h. je mehr man Kulturpflanzen geerntet hat, deren Aschengehalt bei der Untersuchung sich als ein sehr bedeutender herausstellt, und je langsamer die mineralischen Bestand-

Digitized by Google

theile des Bodens zu verwittern im Stande sind. Dieses zuletzt geschilderte Verhältniß ist, beiläufig bemerkt, das in Europa gewöhnliche. Bei so bewandten Umständen bleibt nichts übrig, als entweder durch künstliche Zufuhr diesem Mangel direkt abzuhelfen (davon wird bei der Düngung die Rede sein), oder die so erschöpften Felder einige Zeit unbebaut liegen zu lassen, damit die Verwitterung Zeit gewinnt, abermals einen gewissen Vorrath von solchen Körpern, die wir als Aschenbestandtheile der Kulturpflanzen kennen gelernt haben, zu produziren, was, wenn anders verwitterungsfähige Bodenbestandtheile reichlich vorhanden sind, in kürzerer oder längerer Zeit der Fall ist, wodurch die verloren gegangene Fruchtbarkeit des Feldes abermals wieder hergestellt wird, indem jetzt wieder Kulturpflanzen, deren Bedürfniß an Aschenbestandtheilen groß ist, mit Vortheil von solchem Boden geerntet werden können.

Sie sehen, daß eine derartige Brache mit der Ruhe ermatteter Thiere nicht das Mindeste gemein habe, und daß nur aus der vorstehend mitgetheilten Art der Auffassung dieses Herganges der Gesichtspunkt zu entnehmen sein werde, von welchem aus über die Zweckmäßigkeit und Nothwendigkeit einer solchen Brache für gewisse Felder und Landstriche geurtheilt werden kann, wie denn auch gleichzeitig durch diese Art der Auffassung sich die Mittel gewissermaßen von selbst an die Hand geben, deren man sich wird bedienen müssen, um die Zeit dieser Brache abzukürzen, oder sie selbst ganz zu umgehen.

Definiren wir nämlich die eben besprochene Art der Brache, daß wir darunter diejenige Periode der Kultur zu verstehen haben, wo das Land der fortschreitenden Verwitterung ausgesetzt, und mithin eine gewisse Quantität Alkali und Kieselsäure wieder fähig gemacht wird, von den Pflanzen aufgenommen zu werden, so leuchtet ein, daß Abkürzung der Zeit der Brache gleichbedeutend sein müsse mit Beschleunigung der Verwitterung, und daß

Digitized by Google

man sich daher zunächst nach denjenigen Mitteln umzusehen habe welche das der Verwitterung fähige Material zu schnellerer Verwitterung zu disponiren im Stande sind.

Wenn aber unter Verwitterung im Allgemeinen der Inbegriff der chemischen Einwirkungen der verschiedenen Bestandtheile der atmosphärischen Luft auf die Silikate des Bodens (vergl. die 5. Vorlesung) zu verstehen ist, und wenn wir chemischen Erfahrungen gemäß wissen, daß eine chemische Einwirkung um so rascher von Statten geht, je mehr Oberfläche ein Körper, auf welchen eine solche Einwirkung statthaben soll, besitzt (daher gepulverte Substanzen z. B. sich schneller auflösen, als wenn sie in ganzen Stücken vorliegen), so erhellt daraus, welchen Nutzen zunächst das wiederholte Pflügen eines Brachfeldes auf Abkürzung der Brachzeit haben könne. Die dadurch bewirkte Auflockerung des Bodens wird nicht allein in rein mechanischer Beziehung dem späteren Pflanzenwachsthume günstig sein, wie fast allgemein angenommen wird, vielmehr wird ihr hauptsächlicher Nutzen darin zu suchen sein, daß den Bestandtheilen der Atmosphäre ein leichterer Zutritt zu den verwitterbaren Bodenbestandtheilen verstattet, und diesen selbst durch Zertheilung und Verkleinerung der festen und zusammenhängenden Bodenmasse mehr Oberfläche, von welcher aus sie verwittern können, verschafft wird.

Ferner kann die Verwitterung beschleunigt, also an Brachzeit erspart werden, durch Anwendung des gebrannten Kalkes, wie dies dem Vernehmen nach in England stark geübt werden soll, indem nach Liebig's Mittheilungen die Felder in Yorkshire und Oxfordshire im Oktober das Ansehen haben, wie wenn sie mit Schnee bedeckt wären, da man ganze Quadratmeilen mit gelöschtem oder an der Luft zerfallenem Kalke bedeckt sieht, der in den feuchten Wintermonaten seinen wohlthätigen Einfluß auf den steifen Thonboden ausübt. Ganz abgesehen von der günstigen Wirkung, die der Kalk auf diejenigen Kulturpflanzen

Digitized by Google

haben muß, die dessen als Aschenbestandtheile vorzugsweise bedürfen (Kalkpflanzen vergl. S. 193), und die ihm sonst in noch anderer Beziehung inwohnt (wovon später bei der Düngung), so ist nicht zu übersehen, daß er noch ins Besondere die Fähigkeit besitzt, die Silikate des Bodens zu zersetzen, und ihre Verwitterung zu erleichtern, wodurch gewisse Nahrungsmittel der Pflanzen (die Aschenbestandtheile) in weit kürzerer Zeit im Boden wieder angehäuft werden, als dies durch blose Anwendung der Brache ohne Kalk möglich ist. Sie finden in Liebig's Chemie Seite 172 *) eine so umständliche und so faßlich dargestellte Erörterung dieses Gegenstandes, daß ich mich hier sehr wohl mit der blosen Anführung der Thatsache begnügen, und Sie getrost an Liebig verweisen kann.

Mit gleicher Kürze und zwar aus gleicher Ursache möge es mir endlich noch erlaubt sein, das sogenannte „Brennen" des Bodens zu erwähnen, welches einen ebenso günstigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Thonbodens und Mergelbodens ausübt, als die Anwendung des gebrannten Kalkes, und welches die Verwitterungsbrache (so möchte ich die zuletzt erwähnte Art der Brache zum Unterschiede von jener Brache nennen, wo man durch Ruhe vom Pflügen abwartet, bis der verloren gegangene Zusammenhang der kleinsten Theilchen des Bodens wieder hergestellt ist) bedeutend abzukürzen vermag. Dieses Brennen bewirkt ebenfalls Nichts weiter, als die Möglichkeit einer schnelleren Verwitterung der Bodenbestandtheile, und kann mit Vortheil wohl nur in torfreichen Gegenden geübt werden. Es wird dieser Gegenstand von Liebig Seite 174 sehr ausführlich und Jedem verständlich abgehandelt.

---

*) Alle anzuführenden Citate beziehen sich auf die fünfte umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage dieses Werkes, welche im Jahre 1843 erschien.

Digitized by Google

Ich glaube somit, meine Herren, Alles in Betracht gezogen zu haben, was in Betreff der Brache vom chemischen Standpunkte aus mitzutheilen war, und ich denke nicht, daß noch irgendwie erhebliche, auf diesen Gegenstand bezügliche Zweifel bei Ihnen zurückgelassen worden sind; es wäre denn, daß Sie erwarteten, ich würde hier von den sogenannten „Brachfrüchten" und von deren Einflusse auf den Verlauf und auf die Nützlichkeit der Brache gesprochen haben. Ich habe jedoch mit gutem Vorbedachte eine Besprechung Dessen, was die Brachfrüchte angeht, auf unsere nächste Unterhaltung, die sich mit dem Fruchtwechsel beschäftigen soll, verschoben, und hoffe, Sie werden mir insoweit Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß Sie mir später zugeben werden, es sei ihre Betrachtung dort an einem weit richtigeren Platze, als hier. Für heute gestatten Sie mir nur noch eine kurze Zusammenfassung Dessen, wozu wir in Folge unserer theoretischen Auseinandersetzungen, die Brache betreffend, gelangt sind, vielleicht, daß dadurch eine noch größere Klarheit der Auffassung des hierher Gehörigen erzielt wird.

Wir sahen vorerst, daß der Boden unfruchtbar werden konnte, indem er seinen Zusammenhang verloren hatte, und erkannten die Möglichkeit an, die Fruchtbarkeit wieder herzustellen, wenn man nur den Zusammenhang wieder herzustellen vermochte Dies konnte aber auf doppelte Weise geschehen: einmal durch längeres Unangetastetlassen von Seiten der Pflugschar, wo die Wiederherstellung des Zusammenhanges von selbst geschah (mechanische Brache), das andere Mal aber durch mechanischen Druck der Walze, Ramme u. s. w., wodurch die mechanische Brache entbehrlich wurde. Es bleibt natürlich dem ökonomischen Kalkül überlassen, ob man im gegebenen Falle besser thut, zu warten d. h. zu brachen, und inzwischen auf den Gewinn der Ernten zu verzichten, oder ob man die Kosten der

Digitized by Google

mechanischen Arbeit der Bodenverbesserung aufwenden soll. Eine Ruhe im gewöhnlichen Sinne des Wortes ist dem Felde nicht nothwendig, und wenn man blos in dieser Absicht brachen will, so kann man es füglich unterlassen. Nur die Kasse der Herren Oekonomen hat über die Zulässigkeit oder Unzulässigkeit dieser Art der Brache zu entscheiden.

Der Boden konnte aber auch dadurch unfruchtbar werden, daß die der Kulturpflanze nöthigen Bodenbestandtheile in genügender Menge nicht mehr im Boden vorhanden waren, mit einem Worte, der Boden konnte „ausgesaugt" sein. Besitzt nun der Boden die Fähigkeit, durch fernere Verwitterung seiner Bestandtheile neues dem Pflanzenwachsthume günstiges Material, wenn auch nur langsam, zu produziren, so kann man abermals durch längeres Zuwarten, während welcher Zeit man den Boden nicht mit Kulturpflanzen bestellt, und mithin auch nicht erntet, bewirken, daß eine größere Anhäufung solchen Materiales in Folge der Verwitterung sich darin bildet, was später, wenn dies geschehen ist, die frühere Fruchtbarkeit wieder zum Vorscheine kommen lassen wird. Dies war die sogenannte Verwitterungsbrache. Sie konnte beschleunigt, und die Zeit ihrer Dauer abgekürzt werden, durch alle die Mittel, welche die Verwitterung befördern; sie kann aber auch gänzlich umgangen werden, wenn man dem Boden direkt Dasjenige künstlich zuführt, was ihm fehlt, und was die Pflanzen brauchen (Düngung im weitesten Sinne des Wortes). Ruhe ist den Feldern abermals nicht nöthig, und abermals hat nur die pekuniäre Rücksicht den Praktiker bei der Bestimmung, ob gebracht werden solle oder nicht, zu leiten.

Daß in allen den Fällen, wo verwitterbares Material im Boden nicht mehr vorhanden ist, von dieser Brache nichts zu erwarten sei, bedarf wohl ebenso wenig der Erwähnung, als

Digitized by Google

der daraus unmittelbar zu folgernde Umstand, daß nur durch die chemische Untersuchung eine derartige Erschöpfung des Bodens erkannt werden kann, so wie auch nur durch eine chemische Untersuchung zu ermitteln sein wird, ob bei vorhandener Erschöpfung eines Bodens die Ausführung der Verwitterungsbrache von Erfolg sein könne oder nicht.

Digitized by Google

Vierzehnte Vorlesung.

Der Fruchtwechsel.

Wir sahen, meine Herren, daß alle Pflanzen zu ihrer vollkommenen Entwickelung gewisse Bestandtheile des Bodens nöthig hatten, die bei der Verbrennung der Pflanze als Asche wieder erhalten wurden, und zeigten in unserer letzten Unterhaltung, daß nur durch diesen Umstand die Nützlichkeit der Brache (der Verwitterungsbrache) ihre Erklärung finde, indem das an jenen Bodenbestandtheilen in Folge der stattgehabten Ernte arm gewordene Erdreich durch die Verwitterung der dazu fähigen Mineralien und durch den eine Zeit lang unterlassenen Anbau von Kulturpflanzen nach und nach wieder reicher daran gemacht werden kann. Allein wir sahen ebenfalls schon früher, daß die Pflanzen solcher Bodenbestandtheile nicht allein in sehr verschiedener Quantität, sondern auch in sehr verschiedener Qualität bedurften, und dieser Umstand ist es denn, der die Nützlichkeit des sogenannten Fruchtwechsels zur klaren Einsicht bringt, wie durch das heute Ihnen Mitzutheilende entschieden nachgewiesen werden soll.

Der Fruchtwechsel oder die Wechselwirthschaft ist bekanntlich rein aus der praktischen Erfahrung hervorgegangen, indem man durch Beobachtung erkannte, daß in den meisten Fällen die in dem einen Jahre auf einem Felde erbaute und geerntete

Digitized by Google

Kulturpflanze nicht mit demselben Vortheile auch im zweiten, dritten Jahre und so fort erbaut werden konnte, während doch eine andere Gattung von Kulturpflanzen recht wohl ihr Gedeihen fand; und zwar bildete sich für verschiedene Gegenden und Landstriche eine verschiedene Fruchtfolge aus, nach welcher man für rathsam fand, nur erst nach kürzeren oder längeren Zeiträumen eine und dieselbe Kulturpflanze wieder zu bauen. Eine feste für jede Bodenart zu befolgende Norm, so sehr man auch darnach strebte, konnte nicht ermittelt werden; die ganze Angelegenheit trat bis jetzt noch niemals aus dem Kreise der Empirie heraus.

Während sich sonach der Praktiker an seine Erfahrung hielt, und diese ebenso merkwürdige als praktisch wichtige Erscheinung einfach darin begründet glaubte, daß der Boden durch die Produktion gewisser Pflanzen so bedeutend angestrengt werde, daß er nur erst nach einiger Zeit der Ruhe wieder dieselben Pflanzen zu produziren im Stande sei, obschon er inzwischen gewisse andere Pflanzen, unbeschadet seiner scheinbaren Erschöpfung gegenüber jenen ersten Pflanzen, hervorzubringen vermochte (weßhalb der Praktiker die Kulturpflanzen in dieser Beziehung wohl auch in erschöpfende, den Boden aussaugende Pflanzen und in solche Pflanzen eintheilte, die den Boden nicht erschöpfen), so fehlte es doch von Seiten der Gelehrten nicht an Versuchen, den theoretischen Schlüssel dieser Erscheinung zu finden, unter denen die Hypothese der Wurzelausscheidung den meisten Beifall erhielt, weil sie allerdings die Erscheinungen der Wechselwirthschaft vollkommen zu erklären schien.

Dieser Hypothese zu Folge nahm man an, daß eine jede Pflanze, die eine mehr, die andere weniger, während ihrer Vegetation gewisse Stoffe von Seiten ihrer Wurzeln ausscheide, die sich nach und nach im Boden in der Umgebung der Wurzeln ansammeln, und bewirkten, daß, wenn später dieselbe Art

Digitized by Google

von Kulturpflanzen in demselben Boden abermals gebaut werden sollte, von ihnen eine nachtheilige Einwirkung ausgeübt werde; dies hindere aber keineswegs, daß nicht eine andere Pflanze in solchem Boden sich wohlbefinden könne, und man behauptete geradezu, daß die Wurzelexkremente der ersten Pflanze einer zweiten Pflanze, die einer ganz anderen Pflanzenart angehöre, sogar als Nahrungsmittel dienen können. Ohne Zweifel dachte man sich den Hergang ganz ähnlich, wie solcher im Thierreiche nicht selten beobachtet werden kann, wo man wahrnimmt, daß ein Thier seine eigenen Exkremente und Die seiner Art flieht, während dieselben von Thieren anderer Art gesucht und genossen werden. Prüfen wir jedoch diese Hypothese und ihre Anwendbarkeit zur theoretischen Erklärung der Wechselwirthschaft näher, so wird sich ergeben, wie ungenügend, ja ich möchte geradezu behaupten, wie falsch sie sei.

Obwohl alle Experimente, welche man angestellt hat, um die wirklich statthabende Ausscheidung gewisser Stoffe von Seiten der Pflanzenwurzeln zu beweisen, so mangelhaft sind, daß man mit positiver Gewißheit die Thatsache der Wurzelausscheidung auf keine Weise daraus zu folgern berechtigt ist, so können wir sie (die Wurzelausscheidung) doch hier um deßwillen als bewiesen gelten lassen, weil die auf streng wissenschaftliche Grundlage zurückgeführte Ansicht der Pflanzenernährung und der dabei stattfindende physikalische Vorgang der Stoffaufnahme von der Art sind, daß durch sie eine solche Stoffabgabe ebenfalls bewiesen wird, da wissenschaftlich die Aufnahme eines Stoffes nur dadurch zulässig erscheint, daß gleichzeitig eine Stoffabgabe von Seiten der Pflanzen und respektive ihrer Wurzeln, dafern sie die stoffaufnehmenden Theile der Pflanze sind, bewirkt wird. Mit anderen Worten: die wissenschaftliche Kenntniß des Ernährungsprozesses der Pflanzen verlangt, daß, wenn die Pflanze irgend Etwas aufnehmen solle,

Digitized by Google

sie dafür etwas Anderes abscheiden müsse, und wenn nun irgend Jemand auf Grund von Experimenten behauptet, es würde während des Pflanzenwachsthumes (d. h. während der Pflanzenernährung, da ohne Ernährung kein Wachsen stattfinden kann) von Seiten der Wurzeln irgend ein Stoff ausgeschieden, so kann man ihm in Betreff der Richtigkeit seiner Behauptung nicht widersprechen, da er Etwas behauptet, was von dem wissenschaftlichen Standpunkte aus als richtig anerkannt ist, obschon die Stützen seiner Behauptung, seine Experimente, völlig nichtssagend sind. Wir nehmen deßhalb, um nur kurz über den Gegenstand wegzukommen (ein tieferes Eingehen in das Wesen dieser Vorgänge, die man mit dem Namen der Entosmose und Exosmose bezeichnet, würde uns in das Gebiet der Physik und Pflanzenanatomie führen), die Wurzelausscheidung als ausgemacht an, und fragen, wodurch erwiesen werden kann, daß dem ausgeschiedenen Stoffe wirklich die Eigenschaft inwohnt, für Pflanzen derselben Art nachtheilig, für Pflanzen anderer Art dagegen entweder indifferent, oder gar vortheilhaft d. h. als Nahrungsmittel zu wirken.

Zur Stütze dieser Behauptung sollen nun lediglich gewisse Erfahrungen dienen. So fand man z. B., daß Obstbäume, wenn man sie an denselben Stellen anpflanzte, wo vorher Bäume derselben Art gestanden hatten, weniger gut gedeihen wollten (die Theorie der Wurzelausscheidung gab die Erklärung dieser Erscheinung dahin ab, daß sie behauptete, der frühere Baum habe den Boden mit seinen Wurzelausscheidungen so stark angeschwängert, daß der spätere Baum derselben Art in Folge davon Schaden leiden müsse); so fand man, daß Ueberhandnehmen der Feldchamille, **Matricaria Chamomilla**, das Aufkommen des Getreides hinderte (nach der Theorie, weil die Wurzelausscheidungen der Chamille dem Getreide schädlich sind); so bemerkte man, daß nach dem vorhergehenden Anbaue von Erbsen,

Digitized by Google

Wicken, Klee, Luzerne, Buchweizen u. s. w. das Getreide im nächsten Jahre ein sehr gutes Wachsthum zeigte, unendlich besser wenigstens, als wenn man abermals Getreide hätte erbauen wollen (nach der Theorie, weil die Wurzelausscheidungen der genannten Pflanzen für das nachfolgende Getreide als Nahrungsmittel dienten, während die Wurzelausscheidungen des früheren Getreides für das nachfolgende schädlich waren) u. s. w. Allein man hat ebenso oft gefunden, daß es nichts ausmache, ob an den Stellen, wohin man einen Baum pflanzte, bereits früher ein Baum derselben Art gestanden habe oder nicht, und man sieht in nicht wenigen Gegenden und so namentlich in Ungarn, daß Getreide unmittelbar nach Getreide ohne Nachtheil gebaut werden kann, der Thatsachen ganz zu geschweigen, daß man ja Waldungen und Wiesen kennt, wo seit Menschengedenken stets Pflanzen derselben Art auf einander folgten, ohne daß die Wurzelausscheidungen der früheren Generationen den nachfolgenden geschadet hätten. Man begreift in der That nicht, warum die Weizenpflanze, wenn wirklich ihre Wurzelausscheidung der nachfolgenden Pflanze derselben Art schädlich sein und deren Gedeihen verhindern soll, diese Eigenschaft an dem einen Orte zeigt und an dem anderen Orte, z. B. in Ungarn, wo man unmittelbar Weizen nach Weizen baut, an sich vermissen läßt, und würde, zu einer Erklärung gezwungen, nur zu neuen, ebenso unwahrscheinlichen Hypothesen seine Zuflucht nehmen müssen, blos um die erste Hypothese nicht fallen zu lassen. Sie sehen, meine Herren, die Erfahrung spricht ebenso dafür als dagegen, und es kann daher einem vernünftigen Menschen nicht zugemuthet werden, die Hypothese der Wurzelausscheidung und die darauf basirte Erklärung des Fruchtwechsels, als durch die Erfahrung erwiesen, gelten zu lassen. Lassen Sie uns daher eine andere Theorie der Wechselwirthschaft kritisch beleuchten, und untersuchen, ob sie erstlich die Erscheinungen der Wechselwirth-

Digitized by Google

schaft genügend zu erklären im Stande ist, ferner ob sie mit der Wissenschaft und zunächst mit der Chemie im Einklange steht, und ob sie vielleicht gar vermag, die Praxis zu fördern, was mit der Theorie der Wurzelausscheidung nicht der Fall war, mit einem Worte, lassen Sie uns zusehen, ob sie besser ist.

Nimmt man nämlich an, daß die Ursache der Nützlichkeit des Fruchtwechsels nur darin zu suchen sei, daß die Kulturpflanzen ungleiche Mengen gewisser Nahrungsstoffe dem Boden entziehen, so sind alle Erscheinungen der Wechselwirthschaft erklärt, alle Schwierigkeiten der Erklärung gehoben, alle Einwendungen der Wissenschaft beseitigt, und die Möglichkeit gezeigt, den Fruchtwechsel beliebig zu bestimmen, ja selbst ganz zu umgehen, wenn seine Unterlassung aus irgend einem Grunde dem Praktiker wünschenswerth erscheinen sollte.

Es würde mir wahrscheinlich sehr übel ausgelegt werden, wenn ich alles Dasjenige hier nochmals wiederholen wollte, was ich Ihnen früher schon (in der 11. Vorlesung) in Bezug auf diejenigen Bestandtheile der Pflanzen, die dem Boden entnommen werden, sehr ausführlich mitgetheilt habe; ich erinnere Sie daher ganz einfach an das dort unumstößlich bewiesene Faktum, daß verschiedene Pflanzen nicht nur in Betreff der Quantität, sondern auch der Qualität dieser Bodenbestandtheile von einander mehr oder weniger abweichende Bedürfnisse haben, und setze dabei voraus, daß Ihnen der Nachweis, die Bodenbestandtheile seien zur Entwickelung einer Pflanze durchaus unerläßlich, noch vollkommen gegenwärtig ist.

Wenn sich dies Alles aber so verhält, so liegt auf der Hand, daß wir uns recht wohl den Fall denken können, daß eine Pflanze nur um deßwillen nicht zu gedeihen vermag, weil die ihr vorzugsweise nöthigen Bodenbestandtheile durch das Wachsthum einer ihr vorangegangenen Pflanze, deren Bedürfnisse an Bodenbestandtheilen nahezu die nämlichen waren, dem

Digitized by Google

Boden bereits entzogen und bei der Ernte der ersten Pflanze mit fortgenommen wurden. Stellen wir uns daher beispielsweise ein Feld vor, dessen Ackerkrume gerade nur so viel und so beschaffene Salze enthält, als zur Hervorbringung einer einzigen Weizenernte hinreichend sind, so versteht es sich ja wohl von selbst, daß ich nach einmaliger Weizenernte nicht noch ein zweites Mal Weizen bauen kann. Der Boden ist für den Augenblick völlig erschöpft, und er wird es sogar für alle Zeiten und für jede andere Pflanze bleiben, wenn er keine der Verwitterung fähigen Bestandtheile besitzt, oder keine künstliche Zufuhr von solchen Körpern bekommt, die von einer Pflanze als im Boden vorhanden verlangt werden, wenn sie gedeihen soll.

Inzwischen wird wohl niemals der Fall eintreten, daß durch die Ernte irgend einer Pflanze der Boden so gänzlich erschöpft wird, indem dabei vorausgesetzt würde, daß nicht nur gerade die erforderliche Menge, sondern auch das relative Verhältniß der verschiedenen, einer bestimmten Pflanze nöthigen Salze vorhanden war, so daß Alles genau aufging, und gar Nichts übrig blieb; vielmehr wird in der Wirklichkeit der bei Weitem häufigste Fall der sein, daß die zur Pflanzenernährung disponiblen Salze im Boden in größerer Menge vorhanden sind, als zur Hervorbringung der Ernte einer bestimmten Pflanze gebraucht werden, und daß auch das Mengenverhältniß dieser verschiedenen Salze im Boden ein anderes ist, als es bei der Untersuchung der Asche der geernteten Pflanze ermittelt ward. Es kann sich daher ereignen, daß bei solcher Bodenbeschaffenheit ein Feld zur Hervorbringung einer zweiten Weizenernte weder der Quantität noch Qualität nach zureichende Bodenbestandtheile besitze, weßhalb es also für Weizen unfruchtbar genannt werden muß, während es doch zur Erzielung einer guten Klee- oder nach Verhältniß Rüben-Ernte mit noch völlig ausreichenden

Digitized by Google

Bodenbestandtheilen versehen, und somit in Bezug auf Rüben oder Klee nicht erschöpft ist.

Eine Halmpflanze (Getreide aller Art) wird daher auf einem und demselben Felde 2, 3, 4 und noch mehrmals hinter einander erbaut werden können, wenn nur die zur Produktion einer zweiten, dritten, vierten und noch öfteren Getreideernte nöthigen Bodenbestandtheile in der Ackerkrume vorhanden sind, und es ist klar, daß, wenn die Menge der gerade den Halmpflanzen nöthigen Bodenbestandtheile entweder von Natur aus eine unbegrenzte ist, oder durch fortwährende Zufuhr von Außen dazu gemacht wird, auf einem solchen Felde die Anzahl der unmittelbar auf einander folgenden möglichen Ernten derselben Pflanze eine ebenfalls unbegrenzte sein müsse; und daß ein Fruchtwechsel hier etwas ganz Ueberflüssiges, wenigstens nichts von Seiten des Bodens Gefordertes sei. Was aber von den Halmpflanzen gilt, das hat natürlich bei veränderter Bodenbeschaffenheit auch von jeder anderen Kulturpflanze seine Geltung, und es ist möglich, daß Tabak und dergleichen, von dem man weiß, daß seine Ansprüche an den Boden anderer Art sind, als Die der Getreidearten, gleichfalls in ununterbrochener Reihenfolge von einem und demselben Felde geerntet werden kann, wenn die zur gehörigen Entwickelung der Tabakpflanze nöthigen Bodenbestandtheile in unendlicher Menge entweder ursprünglich im Boden dieses Feldes vorhanden sind, oder wenn man Sorge trägt, daß sie fortdauernd von Außen wieder herzugeschafft werden.

Gehen Sie nun von solchem Gesichtspunkte aus, so wird Ihnen auf einmal Vieles klarer werden, als dies bisher der Fall war. Sie werden jetzt einsehen, daß eine erschöpfende Pflanze eine solche ist, die in Vergleich mit anderen Kulturpflanzen viele unorganische Bestandtheile (Bodenbestandtheile) aus dem Boden in sich aufnimmt und aufnehmen muß, wenn sie

Digitized by Google

gedeihen soll, und es versteht sich von selbst, daß man nicht erst nothwendig hat, die ganze völlige Entwickelung einer solchen Pflanze von dem Augenblicke ihres Keimens an bis zu ihrer Samenreife zu beobachten, um endlich zu der Gewißheit zu gelangen, daß man es mit einer erschöpfenden Pflanze zu thun habe, sondern daß die chemische Untersuchung einer solchen Pflanze auf ihren Gehalt an Aschenbestandtheilen weit sicherere Anhaltepunkte dazu zu geben vermag. Es kann sich z. B. der Fall ereignen, daß eine bisher noch unbekannte Pflanze zur Kultur aus irgend einem Beweggrunde empfohlen wird, und daß man ihren Anbau auf einem Boden versucht, dessen Gehalt an den dieser Pflanze nöthigen Bodenbestandtheilen ebenfalls unbekannt ist. Da könnte es nun sehr leicht kommen, daß, in Folge der hierbei gesammelten praktischen Erfahrung, diese Pflanze als eine erschöpfende erscheint, während sie nach anderen Erfahrungen, wo man ihren Anbau auf einem anderen Boden versuchte, als nicht erschöpfend sich herausstellt. Da gehen nun die dafür und dagegen sprechenden Behauptungen, obwohl sämmtlich auf Erfahrungen gestützt, herüber und hinüber, das Schwanken der Urtheile, ob die Pflanze den Boden erschöpfe oder nicht erschöpfe, will kein Ende nehmen, gar mancher Landwirth büßt seine Unvorsichtigkeit durch pekuniäre Opfer, und nur erst nach langer Zeit stellt sich erfahrungsmäßig heraus, in welchen Gegenden und auf welchem Boden sie mit Vortheil und wo nur mit Nachtheil erbaut werden kann. Hätte man die Asche der Pflanze gleich von vorn herein untersucht, so würde man gleich von vorn herein gewußt haben, ob die Pflanze im Allgemeinen zu den erschöpfenden Pflanzen gehöre oder nicht, und hätte man eine genaue Kenntniß der Bodenbeschaffenheit der Felder, auf welchen diese Pflanze vorzugsweise angebaut werden sollte, besessen, so hätte man sicher schon von Anfang an die nöthigen Winke erhalten, die ihren Anbau riethen, oder ihn unzulässig erscheinen ließen.

Digitized by Google

Sie erkennen somit deutlich, wie relativ die Bezeichnung „erschöpfende oder aussaugende Pflanze" sei, und wie nur die chemische Untersuchung der Asche und des Bodens darüber mit völliger Sicherheit entscheiden kann. Erschöpfend kann streng genommen nur diejenige Pflanze genannt werden, die Das, was sie vom Boden braucht, darin in ungenügender Menge vorfindet, so daß selbst eine Pflanze mit sehr bedeutenden Bedürfnissen an Aschenbestandtheilen, z. B. Weizen, in den Fällen nicht zu den erschöpfenden Pflanzen gezählt werden darf, wo im Boden ein Ueberfluß an solchen Aschenbestandtheilen vorhanden ist, so wie umgekehrt eine nichterschöpfende Pflanze (im gewöhnlichen Sinne des Wortes) für den Fall als den Boden erschöpfend betrachtet werden muß, wo selbst den geringen Ansprüchen, die von dieser Pflanze, ihrer geringen Menge von Aschenbestandtheilen zu Folge, gemacht werden, von Seiten des Bodens nicht genügt wird.

Aus dem soeben Entwickelten folgt aber auch gleichzeitig, auf wie schwachen Füßen die Behauptung steht, daß gewisse Pflanzen den Boden zu verbessern, d. h. reicher oder fruchtbarer zu machen vermögen, da es eine unumstößlich bewiesene Thatsache ist, daß eine jede Pflanze, welche es auch immer sei, dem Boden stets gewisse Bestandtheile entzieht, die mit der Ernte weggenommen werden, und somit für den Boden, auf welchem diese Pflanze wuchs, verloren gehen. Alle derartigen, durch die sogenannte praktische Erfahrung nachgewiesenen Verbesserungen sind blos scheinbare, wie im Folgenden mit einigen Beispielen belegt werden soll.

Man hört nicht selten die Behauptung aufstellen, daß die sogenannten Brachfrüchte, als da sind: Klee, Erbsen, Wicken, Luzerne, Buchweizen u. s. w., zu denen als Brachfrüchte im weiteren Sinne sogar noch der Tabak, die Kartoffel, die Runkelrübe, die Mohrrübe und dergleichen gerechnet werden, daß, sage

Digitized by Google

ich, diese Brachfrüchte den Boden nicht aussaugen und theilweise sogar zu verbessern vermögen. Das Letztere gilt namentlich vom Buchweizen, den man sogar in vielen Gegenden während der Brachzeit aussäet und, ohne das Mindeste davon zu ernten oder als Fütterung zu verwenden, später wieder unterackert, lediglich in der Absicht, um den Boden zu verbessern oder reicher zu machen (grüne Düngung). Als Beweis der nicht aussaugenden Eigenschaft dieser Pflanzen wird die Erfahrung aufgeführt, daß trotz der stattgefundenen Ernte dieser Pflanzen der Boden doch noch die Fähigkeit besitzt, Getreideernten hervorzubringen, sowie denn auch der Name „Brachfrüchte" andeutet, wie man der Erfahrung zu Folge gefunden habe, daß ein Feld, welches, um seine Fruchtbarkeit (natürlich für Getreide) wieder zu erlangen, ruhen soll, unbeschadet dieser Ruhe dennoch diese Pflanzen produziren könne. Wie man sich bei der Erklärung dieser Erscheinung mit der Wurzelausscheidung höchst ungenügend durchzuhelfen vermochte, ist weiter oben gezeigt worden, wie jedoch unter Zuratheziehung der Aschenbestandtheile dieser Pflanzen eine völlig ausreichende Erklärung gegeben werde, sollen Sie sogleich sehen.

Der Buchweizen (Kraut und Samen) enthält, bei 30° C. getrocknet, 4 Prozent Asche, und es ist in Folge des früher Mitgetheilten keinem Zweifel unterworfen, daß er die Bestandtheile dieser Asche dem Boden entzogen habe. Die nähere Untersuchung dieser Asche, nach Wiegmann und Polstorff, lehrt aber ferner, daß sie aus 29 Theilen Kalisalzen, 45 Theilen Kalk- und Magnesiasalzen und 26 Theilen Kieselsäure zusammengesetzt, daß mithin der Buchweizen wegen der vorwaltenden Menge von Kalk- und Magnesiasalzen zu den sogenannten Kalkpflanzen (vergl. S. 193) zu rechnen sei. Er wird daher den Boden hauptsächlich an Kalk- und Magnesiasalzen arm gemacht haben, wenn man bei der im Ganzen geringen Menge der Asche (4 Prozent)

Digitized by Google

von „arm machen" überhaupt sprechen darf. Da nun 100 Theile Weizen mit reifen Samen 3,3 Prozent Asche enthalten, deren Untersuchung nach Sauſſure einen Gehalt von nur 12 Prozent Kalksalzen, dagegen von 51 Prozent Kieselsäure erkennen läßt, so ist klar ausgesprochen, daß die Anforderungen des Weizens an denselben Boden, auf welchem ja schon Buchweizen gewachsen ist, oder noch später wachsen soll, ganz anderer Art sind, da ihm die Kieselsäure, dem Buchweizen aber die Kalksalze in vorwaltender Menge dargeboten werden müssen, wenn beide vor oder nach einander gedeihen sollen. Dasselbe würde auch mit der Gerste, mit dem Hafer und den anderen Halmgewächsen der Fall gewesen sein, da Gerste (Stroh und Körner) 7,04 Prozent und Hafer (Stroh und Körner) 5,73 Prozent Asche hinterlassen, deren besondere Untersuchung beide Pflanzen unter die Kieselpflanzen rangirt, indem die Haferasche 62 Prozent Kieselsäure und nur 4 Prozent Kalksalze, die Gerstenasche 55 Prozent Kieselsäure und 25 Prozent Kalksalze enthält (vergl. S. 193). Daß in dem Falle, wo man den Buchweizen nicht erntet, sondern wieder unterackert, an eine wirkliche Bereicherung des Bodens, wenn man von den Aschenbestandtheilen der Aussaat absieht, nicht gedacht werden kann, da ihm durch den eingeackerten Buchweizen ja nur wiedergegeben wird, was ihm durch denselben Buchweizen vorher genommen ward, liegt zu sehr auf der Hand, als daß ich mich dabei noch besonders aufhalten sollte. Was in dieser Beziehung etwa noch beizubringen ist, Das wird bei der Düngung (grünen Düngung) später noch besprochen werden.

Wollen Sie ferner in Betreff der Zusammensetzung der Asche von Erbsen, Klee, Wicke, Luzerne u. s. w. beachten, daß auch hierbei die Kieselsäure eine untergeordnete Rolle spielt (Erbsenstrohasche 8 Prozent, Kleeasche 5 Prozent, Wickenstrohasche 9 Prozent, Luzernenstrohasche 34 Prozent), daß also Keine dieser Pflanzen zu den Kieselpflanzen gehört, so erklärt sich auch

Digitized by Google

in Betreff ihrer der Umstand, daß vor oder nach ihnen wahre Kieselpflanzen erbaut werden können, weil sie andere Bedürfnisse in Bezug auf von Seiten des Bodens darzureichende Bestandtheile haben, als jene.

Dasselbe gilt endlich auch in Beziehung auf die Getreidearten von dem Tabake, der Runkelrübe u. s. w., von der Kartoffel. Tabaksasche mit einem Gehalte von über 15 Prozent Kieselsäure scheint nicht vorzukommen, die Runkelrübenasche enthält nur Spuren davon, und ebenso die Asche der Kartoffelknollen (die Asche des Kartoffelkrautes dagegen zeigte zwar über 30 Prozent Kieselsäure, allein abgesehen davon, daß dieser Gehalt die Kartoffelpflanze noch immer nicht zur entschiedenen Kieselpflanze stempelt, so muß noch bemerkt werden, daß diese Kieselsäure in Folge des wenigstens bei uns stattfindenden Brauches, das Kartoffelkraut auf dem Felde zu verbrennen, und die Asche dort auszustreuen, dem Felde bei der Kartoffelernte nicht entzogen wird); es ist daher gar wohl zu behaupten, Tabak, Runkelrübe und Kartoffel erschöpfen den Boden in Betreff der Kieselpflanzen (Getreide) nicht, trotzdem daß die Aschenmenge von 100 Theilen Tabak (bei 25—30° C. getrocknet) über 18 Prozent, von Runkelrüben über 6 Prozent und von Kartoffeln 4 Prozent beträgt. Der Tabak gehört zu den Kalk- und Kalipflanzen, die Runkelrübe zu den ganz entschiedenen Kalipflanzen, und ebenso die Kartoffel in Betreff ihrer Knollen (vergl. S. 193); und wollten Sie Runkelrüben und Tabak mehrfach hinter einander auf demselben Felde bauen, ohne Sorge zu tragen, daß die mit der Ernte fortwährend hinweggeführten sehr bedeutenden Mengen von Kalk- und Kalisalzen wieder künstlich herzugeschafft werden, so würden Sie bald zu der Einsicht kommen, wie außerordentlich den Boden erschöpfend diese Pflanzen sind, es wäre denn, daß der Boden Ihrer Felder einen ganz außerordentlichen Reichthum gerade an diesen Salzen schon

Digitized by Google

von Natur besäße. Sie sehen abermals, wie trügerisch die Bezeichnung „erschöpfend" ist, da ein Boden in Bezug auf Tabak völlig erschöpft, und doch fähig sein kann, die herrlichsten Weizenernten hervorzubringen. Die Brachfrüchte können also nur in ihrer Beziehung zu dem Getreide nicht bodenerschöpfend und bodenverschlechternd wirken, und es bleibt noch übrig, die Ansichten jener Praktiker zu berichtigen, die da meinen, ein Theil dieser Brachfrüchte verbessere sogar den Boden.

In den meisten Fällen nämlich, wo die Erfahrung lehrte, daß man auf gewissen Feldern eine zweite Getreideernte nicht unmittelbar nach einer ersten derartigen Ernte erwarten dürfe, hat sich der Brauch herausgestellt, daß auf so erschöpftem Boden Brachfrüchte erbaut werden, indem man fand, daß nach dem Bestande dieser Felder mit Brachfrüchten der Boden sich wieder erholte, und seine frühere Fruchtbarkeit mehr oder weniger wieder erlangte. Da meinte man nun ganz im Rechte zu sein, wenn man den Brachfrüchten eine direkte Verbesserung des Bodens zuschrieb, da ja ganz offenbar nach ihnen das Feld sich fruchtbarer zeigte, als vorher; und die Humustheorie ward, gemeinschaftlich mit der Theorie der Wurzelausscheidung, sehr nachdrücklich ausgebeutet, um eine passende Erklärung dazu zu liefern. Die Brachfrüchte, so hieß es, verzehren die Wurzelausscheidungen des vorjährigen Getreides, und sie selbst scheiden hinwiederum Stoffe in den Boden aus, die späterem Getreide zur Nahrung dienen, oder man sagte: der durch den Anbau von Getreide erschöpfte Boden braucht Ruhe, diese Ruhe wird durch die Brachfrüchte nicht gestört, er kann sich inzwischen wieder erholen und später wieder Getreide tragen; und in beiden Fällen vergaß man nicht, noch ein besonderes Gewicht darauf zu legen, daß durch das Verbleiben der Wurzeln der Brachpflanzen in dem Boden oder gar der ganzen Brachpflanzen durch Unterackern Humus gebildet werde, das vermeintliche Nahrungsmittel aller

Digitized by Google

Pflanzen, und daher auch der Getreidearten. Anders lautende Erfahrungen, denen zu Folge den Brachfrüchten ein so günstiger Erfolg der Bodenverbesserung nicht zuerkannt werden konnte, indem man sogar fand, daß sich nach reiner Brache der Boden fruchtbarer zeigte, als wenn er während der Brachzeit mit Brachfrüchten bewachsen gewesen war, wurden natürlich entweder unbeachtet gelassen, oder man erfand für jeden speziellen Fall eine besondere Erklärung. Ich weiß nun nicht, welche Erfahrung Sie, meine Herren, in dieser Beziehung gemacht, und welche Schlußfolgerungen Sie daraus gezogen haben, allein so viel scheint mir doch ganz gewiß zu sein, daß die im Sinne der Humus- und Wurzelausscheidungstheorie gegebenen Erklärungen weder die einzig möglichen, noch diejenigen sind, die alle anderen mitwirkenden Umstände mit gleicher Sorgfalt berücksichtigen, da bei ihnen der Einfluß der Verwitterung, der sich doch während der verschieden langen Brachezeit unläugbar geltend machen muß, ganz unveranschlagt bleibt. Wir haben früher zur Genüge gezeigt, daß die Verwitterung der dazu fähigen Mineralien des Bodens und die dadurch bewirkte Bildung von Aschenbestandtheilen (hauptsächlich kohlensaueren Alkalien und im Wasser löslicher Kieselsäure) zu allen Zeiten fortschreitend und andauernd stattfindet, so daß wir uns den Fall sehr gut denken können, daß auf einem Felde nur aller 2 bis 3 Jahre so Viele der eben genannten Aschenbestandtheile durch Zersetzung der feldspathähnlichen Mineralien des Bodens gebildet werden, daß Weizen (eine Kieselpflanze) mit Vortheil gebaut werden kann. Von einem solchen Felde würde man also nur erst aller 2 bis 3 Jahre eine Weizenernte entnehmen können, und die Zwischenzeit würde man zur Einwirkung der Verwitterung und zur Ansammlung jener Bodenbestandtheile, die der Weizen braucht, mit einem Worte „zum Brachen" verwenden müssen. Dem Weizen selbst kann es im Allgemeinen gleichgiltig sein, ob diese

Digitized by Google

Brache rein ist, oder ob in der Brachzeit eine Pflanze, die vorwaltend andere Bodenbestandtheile, als er selbst, braucht, also eine Brachfrucht, erbaut wird. Das für Weizen unfruchtbar gewordene Feld hat durch die Brache seine Fruchtbarkeit für Weizen wiedererlangt, und Sie sehen ein, daß zu der Annahme, die Brachfrucht, nicht aber die Brache habe dies bewirkt, gar kein besonderer Grund vorhanden ist. Die Würdigung der Wichtigkeit der Aschenbestandtheile überhaupt und die Vergleichung der Aschenbestandtheile der Brachfrucht mit Denen des Weizens geben ausreichende und mit den übrigen Naturwissenschaften im Einklange stehende Auskunft.

An diese scheinbare Verbesserung des Bodens durch Brachfrüchte reihen sich gewisse andere Erscheinungen an, die eng damit zusammenhängen, und die ich um deßwillen hier nicht übergehen möchte, weil sie leicht zu irrthümlichen Ansichten über sogenannte Bodenverbesserung durch Pflanzenwachsthum Anlaß geben können. Bekanntlich senken nicht alle Pflanzen ihre Wurzeln gleich tief in den Boden ein, vielmehr breiten sich die Wurzeln gewisser Pflanzen nur an der äußersten Oberfläche des Erdbodens aus, während andere tief in die unteren Lagen desselben eindringen. Die Ersteren können daher die ihnen nöthigen Aschenbestandtheile nur von den obersten Lagen entnehmen, während die Anderen ihre Aschenbestandtheile in der Tiefe des Bodens aufsammeln und, indem sie dieselben zur Bildung gewisser oberirdischer Pflanzentheile verwenden, zu Tage fördern. Man könnte daher von dieser Thatsache einigen Nutzen ziehen, wenn man als Brachfrüchte solche Pflanzen anbaute, deren Wurzeln, tief in den Boden eindringend, die dort aufgesammelten Salze aufnähmen und an die Oberfläche brächten, indem dadurch, daß man später diese Brachpflanzen nicht erntete, sondern unterackerte, die Oberfläche des Feldes, obwohl nur auf Kosten der tieferen Schichten, reicher an Salzen gemacht würde,

Digitized by Google

als sie vorher war. Die nur leicht untergeackerte Brachpflanze wird verwesen, und ihre Salze werden jetzt an die Oberfläche des Bodens zu liegen kommen, wodurch allerdings, wenn man von der Wichtigkeit der Aschenbestandtheile nichts weiß, der Ansicht der direkten Bodenverbesserung durch Brachpflanzen Vorschub geleistet würde. Vielleicht findet sogar so Etwas bei dem Anbaue der Esparsette und Luzerne, deren Wurzeln im Boden bleiben, und des Buchweizens, behufs der grünen Düngung, statt, da die Wurzeln dieser Pflanzen tiefer in den Boden eindringen, als die Wurzeln der Getreidepflanzen. Ganz bestimmt aber macht man in dem dürren Sandboden der Lüneburger Haide in Norddeutschland von dieser Thatsache Anwendung, indem man dem Boden aller 30 bis 40 Jahre eine Ernte an Getreide dadurch abgewinnt, daß man das darauf wachsende Haidekraut (Erica vulgaris) verbrennt, und dessen Asche in den Boden vertheilt. Dadurch wird Alles, was von dem Haidekraute in so langen Zeiträumen aus dem höchst armen Boden und aus nicht unbedeutender Tiefe mühsam zusammengesucht und aufgenommen worden ist, mit einem Male in die oberste Schicht des Bodens versetzt, und kann nun eine Getreideernte hervorbringen. Hier würde man abermals, wollte man die Bedeutung der Aschenbestandtheile der Pflanzen unberücksichtigt lassen, eine Bestätigung der Behauptung, daß Pflanzen den Boden zu verbessern vermögen, ja vielleicht noch Schlimmeres (die Erzeugung unorganischer Körper durch das Leben der Pflanzen) finden können, was ich jedoch von Ihnen, Gottlob! nicht zu fürchten habe.

Ich wüßte nicht, meine Herren, daß ich zu den heutigen Betrachtungen über die Wechselwirthschaft von dem theoretischen und zunächst chemischen Standpunkte aus etwas Erhebliches noch hinzuzufügen hätte, es wäre denn, daß ich mir erlaubte, Sie abermals auf die praktische Wichtigkeit hinzuweisen, welche eine Eintheilung der Kulturpflanzen je nach den hervorstechendsten

Digitized by Google

Bedürfnissen an unorganischen Bestandtheilen des Bodens in Kieselpflanzen, Kalkpflanzen und Kalipflanzen (vergl. S. 192 u. f.) jedenfalls haben muß. Sie haben sich, wie schon bei der Brache, so auch bei der Wechselwirthschaft überzeugt, welche wichtige Rolle diese Körper nicht nur bei dem Wachsthume einer jeden Pflanze überhaupt, sondern auch bei Dem der Kulturpflanzen ins Besondere spielen, und ich hoffe, daß unsere nächsten Unterhaltungen über die Düngung wesentlich beitragen werden, diese Wichtigkeit in Ihren Augen noch zu erhöhen. Wenn die Brache darauf sich stützte, daß die Kulturpflanze überhaupt eine gewisse Menge unorganischer Bodenbestandtheile braucht, um zur völligen Entwickelung zu gelangen, so sahen wir, daß die Wechselwirthschaft lediglich darauf begründet war, daß die verschiedenen Kulturpflanzen verschiedener Quantitäten und verschiedener Qualitäten solcher Bodenbestandtheile bedurften, sowie wir uns bei der Düngung überzeugen werden, daß sie sich wesentlich mit der künstlichen Darreichung der im Boden absolut oder relativ mangelnden Bodenbestandtheile beschäftigt. Durch die Brache, um Alles nochmals kurz zusammenzufassen, werden möglichst viele bereits im Boden vorhandene Bodenbestandtheile in einen für die Pflanzen aufnehmbaren Zustand versetzt, d. h. im Wasser löslich gemacht; durch die Wechselwirthschaft beabsichtigt man die möglichst ökonomische Verwendung der natürlich vorhandenen oder künstlich herzugeschafften Bodenbestandtheile; und durch die Düngung endlich bewirkt man die künstliche Herbeischaffung der im Boden fehlenden, der Kulturpflanze aber durchaus nöthigen Bodenbestandtheile.

Ich schließe unsere heutige Abendunterhaltung mit ein Paar Sätzen, die ich einem geachteten, vor länger als 20 Jahren erschienenen agronomischen Handbuche entnehme. „Eine Reihenfolge für die Abwechselungen der anzubauenden Gewächse ohne Rücksicht auf die Verschiedenheiten des Bodens vorschreiben zu

Digitized by Google

wollen," so heißt es bei Chaptal in etwas unbeholfener Uebersetzung, „dies würde nur zu Irrthümern Anlaß geben, und die Lehre von der Wechselwirthschaft in den Augen einiger Landwirthe herunterſetzen, die zu wenig aufgeklärt wären, um die ihren örtlichen Umständen angemeſſenen Abänderungen dabei anzubringen." Und ſpäter: „Jede Bodenart verlangt demnach ein eigenes Syſtem von Wechſelwirthſchaft, und jeder Landmann muß das ſeinige nach einer ſpeziellen Kenntniß der Natur und der Eigenſchaften des von ihm anzubauenden Feldes einrichten."

Meine Herren, ich ſchließe nicht ohne Abſicht mit dieſen zwei, einem Fremden entlehnten Lehrſätzen, denn ſie enthalten die Urſache, warum ich Ihnen in dem Kapitel der Wechſelwirthſchaft keine ſpeziellen Vorſchriften geben konnte, wie möglichen Falles erwartet worden iſt. Die Zeit, wo man nur nach Rezepten gedankenlos arbeitete, war, wie Sie ſehen, bei gewiſſen Leuten ſchon vor 20 Jahren vorüber, und daß auch Sie ſämmtlich von dieſer Wahrheit durchdrungen ſind, dies beweiſt mir die Geduld, mit welcher Sie meinen heutigen Entwickelungen zu folgen die Güte hatten.

Digitized by Google

Fünfzehnte Vorlesung.

Die Düngung.

Allgemeines über die Düngung. — Grundsätze der Düngung überhaupt. — Begriff eines guten und eines schlechten Düngungsmittels. — Wichtigkeit der „Form" eines Düngungsmittels — Eintheilung der Düngungsmittel.

Ehe wir uns in die nachfolgenden Unterhaltungen zu dem Speziellen der Düngung wenden, wird es gut sein, vorher diesen Gegenstand in seiner Allgemeinheit aufzufassen, und in Kürze die Grundsätze zu entwickeln und näher zu untersuchen, worauf sich eine vernünftige und mit der Wissenschaft im Einklange stehende Düngung stützt.

In Folge unserer bisherigen Untersuchungen haben wir uns aber vor allen Dingen von der unumstößlichen Thatsache überzeugt, daß einer jeden Pflanze, dafern sie gedeihen soll, gewisse Stoffe als Nahrungsmittel von Seiten ihrer Umgebung dargeboten werden müssen, und es liegt auf der Hand, daß die Vermehrung des Gewichtes einer bestimmten Pflanze um etwa 1 Pfund nur dadurch möglich werden konnte, daß die Pflanze 1 Pfund materielle Substanz ihrer Umgebung entzog. Es ist daher von dem rein theoretischen Standpunkte aus denkbar, daß man bei der Kultur einer Pflanze, wo man ja zunächst eine Vergrößerung der ganzen Pflanze oder eine Vermehrung einzelner ihrer Theile oder irgend eines Bestandtheiles beabsichtigt, im Stande sein werde das Gewicht einer Pflanze oder,

Digitized by Google

was ja dasselbe ist, ihre Größe oder die Zahl ihrer einzelnen Theile nach Belieben zu vermehren, wenn man nur Sorge trägt, daß die zu einer solchen Vermehrung nöthige größere Menge Nahrungsmittel in ihrer Umgebung vorhanden sind. Sonach würde der erste Grundsatz, den wir an die Spitze unserer heutigen Betrachtungen zu stellen hätten, kein anderer sein, als:

um durch die Kultur das Gewicht einer Pflanze oder eines Pflanzentheiles zu vermehren, vermehre man die Menge ihrer Nahrungsmittel;

ein Satz, welcher zwar zunächst aus der Theorie abgeleitet ist, welcher jedoch durch mehr als tausendjährige Praxis vollkommen bestätigt wird.

Wir haben ferner gesehn, daß die Nahrungsmittel, deren die verschiedenen Pflanzen bedürfen, verschieden sind, und es ist ins Besondere in dem Abschnitte, welcher über die Aschenbestandtheile der Pflanzen handelt, sehr ausführlich bewiesen worden, daß unter dieser Verschiedenheit nicht sowohl eine Verschiedenheit in der Art dieser Nahrungsmittel, als vielmehr eine Verschiedenheit in der relativen Menge derselben zu verstehen sei. Denn während mit der größten Wahrscheinlichkeit anzunehmen sein dürfte, daß außer Wasser, Kohlensäure und Ammoniak eine jede Pflanze, wenigstens eine jede Landpflanze, auch noch Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, sowie Chlor-, Fluor-, Kali-, Natrum-, Kalk-, Magnesia-, Eisen- und Manganhaltige Substanzen in ihrer Umgebung vorfinden muß, wenn anders sie gedeihen soll, so lehrt doch die genauere Untersuchung, daß nicht jede Pflanze von Jedem der genannten Stoffe gleicher Mengen bedarf, sondern daß eben diese Mengen sehr verschiedene seien. (vgl. S. 191.) Die Erkenntniß aber gerade dieser Verschiedenheit der Anforderungen der verschiedenen Pflanzen an ihre Umgebung ist ein zweiter Hauptpunkt, welcher bei unserer heutigen Besprechung der Düngung im Allgemeinen ins Auge

Digitized by Google

zu fassen ist, und wir würden denselben etwa so auszudrücken haben:

Bei der künstlichen Vermehrung der Menge der Pflanzennahrungsmittel hat man sich nach der Verschiedenheit der jedesmal zu ernährenden Pflanzen zu richten.

Auch dieser Satz steht mit Ihrer bisherigen praktischen Erfahrung im besten Einklange, obschon er gleichfalls nur aus der Theorie erschlossen wurde.

Endlich noch ist die Form, in welcher die Pflanzennahrungsmittel behufs der Düngung in größerer Menge der Pflanzenumgebung einverleibt werden, durchaus nicht gleichgiltig; denn wollten Sie z. B. einer Pflanzenumgebung die nöthige größere Menge Kali in der Form von in grobe Stücke zerschlagenem Kalifeldspathe übergeben, so würde dieses Kali, wovon der Kalifeldspath ungefähr 18 Prozent enthält, sicher so lange ohne alle Wirkung auf die zu ernährenden Pflanzen bleiben, als dieser Feldspath nicht verwittert, und das Kali in einen Zustand oder in eine Form gebracht worden ist, in welcher es von der Pflanze aufgenommen werden kann, was im vorliegenden Falle viele Jahre dauern würde. Daher die dritte bei der Düngung zu befolgende Regel die ist,

daß man bei der künstlichen Vermehrung der Pflanzennahrungsmittel die Form derselben beachte,

ein Umstand, der gleichfalls durch die praktische Erfahrung seit lange schon außer allem Zweifel gestellt ist.

Diesen vorausgeschickten Bemerkungen gemäß hätte man also unter Düngung nicht blos die künstliche Vermehrung der den Kulturpflanzen überhaupt nöthigen Nahrungsmittel schlechtweg, sondern die unter jedesmaliger Berücksichtigung der Verschiedenheit der zu bauenden Kulturpflanzen stattfindende künstliche Vermehrung der den Kulturpflanzen nöthigen Nahrungs-

Digitized by Google

mittel, welche außerdem noch eine für ihre Aufnahme taugliche Form besitzen müssen, zu verstehen, und es folgt ferner daraus von selbst, daß ein Düngungsmittel eine solche Substanz ist, welche den vermehrten Anforderungen einer Kulturpflanze auf ein reichlicheres Vorhandensein von zur Aufnahme fähigen Nahrungsmitteln möglichst entspricht.

Obschon in dem vorstehend Mitgetheilten streng genommen Alles enthalten ist, was sich über die Düngung im Allgemeinen sagen läßt, so wollen wir doch die soeben zur Sprache gebrachten Gegenstände noch etwas weiter betrachten, vielleicht daß dabei manches auf Düngung im Allgemeinen Bezügliche Ihnen klarer wird, als es ohnedieß der Fall gewesen wäre.

Wir zeigten, daß es Aufgabe der Düngung sei, die Menge der den Kulturpflanzen nöthigen Nahrungsmittel in der Umgebung der Pflanzen künstlich zu vermehren; und da wir bereits früher diese Nahrungsmittel in zwei Klassen brachten, nämlich in solche, welche von Seiten der atmosphärischen Umgebung den Pflanzen dargeboten werden (Wasser, Kohlensäure und Ammoniak), und in solche, welche nur der Boden zu liefern vermag (Aschenbestandtheile), so ist es wohl der Mühe werth zu untersuchen, ob, um die Zwecke der Kultur zu erreichen, es nöthig sei, daß man eine künstliche Vermehrung beider Klassen von Nahrungsmitteln bewirke, oder ob nicht vielleicht Gründe vorhanden sind, die es wahrscheinlich machen, daß die beabsichtigten Zwecke schon bei nur einseitiger künstlicher Vermehrung der einen Klasse von Nahrungsmitteln erreicht werden können. Denn sollte sich in der That ergeben, daß der letzte Fall möglich sei, so würde für eine möglichst rationelle und freie Betreibung der Landwirthschaft unendlich viel gewonnen werden, da man sich in Zukunft bei der Düngung um Herbeischaffung der einen Klasse von Nahrungsmitteln gar nicht zu kümmern hätte; ja es würde dieser Gewinn noch bedeutend gesteigert werden, wenn es sich

Digitized by Google

herausstellen sollte, daß gerade das Herbeischaffen derjenigen Klasse von Pflanzennahrungsmitteln, deren Beschaffung in genügender Menge die größten Kosten verursacht, überflüssig sei.

Man kann nämlich mit Rücksicht auf diese zweifache Eintheilung der Pflanzennahrungsmittel auch die gesammten Düngungsmittel in zwei Klassen bringen, in solche, welche die zur Pflanzenernährung tauglichen Stoffe der Atmosphäre, und in solche, welche die zur Pflanzenernährung tauglichen Stoffe des Bodens vermehren. Um nun zu prüfen, ob wirklich beide Klassen von Nahrungsmitteln bei der Düngung zu berücksichtigen seien, so versteht es sich von selbst, daß man von allen praktischen Erfahrungen, welche man mit gemischten Düngungsmitteln d. h. mit solchen gewonnen hat, die beiden Klassen zugleich angehörten, z. B. Stalldünger, die sogenannte „grüne Düngung" u. s. w., werde gänzlich absehen müssen; man muß vielmehr nur Düngungsmittel anwenden, welche rein der einen oder der anderen Klasse zuzurechnen sind. Ergiebt sich aber bei solcher Prüfung, daß die rein der einen Klasse angehörigen Düngungsmittel dieselben Erfolge haben, als die gemischten Düngungsmittel, so ist die ganze Frage gelöst, und es befindet sich mit einem Schlage die sogenannte praktische Erfahrung mit der Theorie im schönsten Einverständnisse.

Die Theorie lehrt nämlich, daß zwar beide Klassen von Nahrungsmitteln einer jeden Pflanze absolut nöthig sind, und daß von beiden Klassen eine Kulturpflanze ihrer Umgebung mehr entzieht, als die wildwachsenden Pflanzen derselben Art; allein dieselbe Theorie zeigt auch, daß zwischen den Beziehungen, in denen diese beiden Klassen von Nahrungsmitteln zur Pflanzenumgebung stehen, der gewaltige Unterschied herrscht, daß der Verbrauch der einen Klasse (Die der atmosphärischen Nahrungsmittel) auch bei der gesteigertsten Kultur stets von selbst ohne Zuthun des Menschen wiedererseßt wird, während dies

Digitized by Google

mit der zweiten Klasse (Die der Boden- oder Aschenbestandtheile) nur äußerst selten (etwa nur bei alljährlich regelmäßig wiederkehrenden Ueberschwemmungen) der Fall ist.

Sie wissen ja, meine Herren, daß Kohlensäure und Ammoniak, jene beiden Nahrungsmittel, aus denen die Pflanze den ihr nöthigen Kohlenstoff und Stickstoff entlehnt, in der atmosphärischen Umgebung der Pflanze stets zugegen sind; und obschon der Gehalt der Atmosphäre an den genannten beiden Stoffen ein nur sehr kleiner ist, so sind Ihnen doch eine Menge natürliche Vorgänge nicht fremd geblieben, in deren Folge stets frische Kohlensäure und frisches Ammoniak in die Atmosphäre gelangt. Wenn Sie nun mit dieser Erkenntniß die Thatsache zusammenstellen, daß den verschiedenen gasförmigen Körpern die Eigenschaft innewohnt, sich sehr bald aufs Genaueste mit einander zu mengen (Diffusion gasförmiger Körper, vgl. S. 42.), so ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, eine Kulturpflanze könne ihre atmosphärische Umgebung an Kohlensäure und Ammoniak erschöpfen, denn immer und immer wieder wird die verbrauchte Kohlensäure und das verbrauchte Ammoniak anders woher strömend ersetzt werden. — Wie anders verhält es sich dagegen mit jenen Nahrungsmitteln, welche die Pflanze nur von Seiten des Bodens erhalten kann! Hier muß selbst in dem fruchtbarsten Boden über kurz oder lang Erschöpfung eintreten, weil bei jeder Ernte ein gewisses Quantum Boden- oder Aschenbestandtheile in Gemeinschaft mit der geernteten Kulturpflanze hinweggenommen wird, wodurch ein Verlust entsteht, welcher sich nicht wie bei den gasförmigen atmosphärischen Nahrungsmitteln durch die sogenannte Diffusion ohne Zuthun des Menschen ausgleicht. Hier muß, dafern man auf einem und demselben Feldstücke die Zwecke der Kultur noch fernerweit verfolgen will, ein Wiedererſatz dieser Aschenbestandtheile stattfinden, was eben durch die Düngung beabsichtigt wird.

Digitized by Google

Dies sind zwar insgesammt theoretisch gewonnene Sätze, als auf welche der praktische Landwirth bis jetzt noch immer wenig Gewicht gelegt hat; allein ihnen wird durch die praktische Erfahrung nicht im Mindesten widersprochen, vielmehr ist gerade die bisherige Praxis im Stande, die glänzendsten Belege zur Bestätigung herbeizuschaffen, und zu zeigen, daß der Versuch, den während des Pflanzenwachsthumes stattgefundenen Verbrauch der atmosphärischen Kohlensäure und des Ammoniakes künstlich wiederzuersetzen, völlig überflüssig sei, so daß man sich daher bei der Düngung nur auf den Wiedererſatz der dem Boden entzogenen Aschenbestandtheile zu beschränken hat.

Entgegnen Sie mir nicht, daß die der landwirthschaftlichen Praxis zu entlehnenden Beweise für die Richtigkeit dieser theoretischen Behauptungen, dafern sie etwa, wie es allerdings der Fall ist, den bei Anwendung künstlicher Düngungsmittel gesammelten Erfahrungen entnommen sein sollten, ungiltig wären, weil Ihnen noch immer die Gegenbehauptung unbenommen bleibe, daß der Effekt dieser Düngungsmittel, welche nur darauf berechnet waren, die Aschenbestandtheile in größerer Menge herbeizuschaffen, jedenfalls ein noch größerer gewesen sein würde, wenn man gleichzeitig auch für eine Vermehrung der atmosphärischen Nahrungsmittel in der Pflanzenumgebung Sorge getragen hätte; Sie würden dadurch den ganzen Standpunkt der Frage verrücken. Es handelt sich in diesem Augenblicke gar nicht darum, zu untersuchen, „was möglichenfalls sein könnte," sondern „was ist," und es kann auf meine Behauptung, daß bei der Düngung nur auf Herbeischaffung der Aschenbestandtheile das Augenmerk zu richten sei, nur durch Versuche, welche das Gegentheil beweisen (derartige Versuche giebt es aber bis jetzt noch nicht), geantwortet werden. Um daher jedem Mißverständnisse vorzubeugen, so fasse ich das soeben Angedeutete nochmals kurz zusammen, und behaupte, daß praktische Erfahr-

Digitized by Google

ungen vorliegen, wodurch bewiesen wird, daß den Zwecken der Kultur durch einseitige Anwendung der einen Klasse von Düngungsmitteln vollständig entsprochen werden kann, und daß eben aus diesen Gründen die Anwendung der gemischten Düngungsmittel (in dem weiter oben gebrauchten Sinne) etwas Erläßliches und sonach Ueberflüssiges ist, weil durch sie zwei Klassen von Pflanzennahrungsstoffen künstlich herbeigeschafft werden, deren eine die Pflanze in ihrer Umgebung in genügender Menge bereits vorfindet. Nichts desto weniger ersuche ich Sie, meine Herren, diesen Gegenstand trotz der vorstehenden Bemerkungen vorläufig als noch unerledigt ansehen zu wollen, da ich in Einer unserer nächsten Unterhaltungen, unter der Rubrik „über die atmosphärische Düngung", nochmals darauf zurückzukommen gedenke. Für heute, wo wir ja nur die Absicht haben, uns mit dem Allgemeinen der Düngung zu beschäftigen, bleiben uns ohnedies noch eine Menge verschiedene Punkte übrig, welche einer näheren Untersuchung werth sind. —

Dahin gehört vor Allem die richtige Auffassung, was wir unter einem „guten" oder „werthvollen" Düngungsmittel zu verstehen haben.

Es ist bereits früher ausführlich gezeigt worden, daß verschiedene Pflanzen verschiedener Nahrungsmittel bedürfen, und wenn wir daher mit dem Namen „Düngungsmittel" eine Substanz bezeichneten, welche den vermehrten Anforderungen der Kulturpflanzen an ein reichliches Vorhandensein von (zur Aufnahme fähigen) Nahrungsmitteln in ihrer Umgebung möglichst entspricht, so versteht es sich von selbst, daß man von einem „guten" Düngungsmittel nur unter steter Beziehung auf die damit zu düngenden Kulturpflanzen sprechen darf, da ein Düngungsmittel für die eine Pflanze ein vortreffliches sein kann, während es doch für eine andere ein ganz schlechtes ist.

Wollen Sie z. B. einen Blick in die nachstehende Tabelle

Digitized by Google

werfen, so wird Ihnen das Gesagte äußerst scharf in die Augen fallen.

Es enthalten 1000 Theile der Asche von

	Weizen.		Kartoffeln.	
	Stroh.	Körner.	Kraut.	Knollen.
Alkalien	186,17	284,91	47,20	630,60
Kalk	35,00	14,89	277,30	4,80
Magnesia	0,00	121,78	29,30	37,40
Eisenoxyd mit Mangan	3,39	1,48	0,00	0,80
Chlor	,37	Spuren	10,30	37,50
Schwefelsäure	9,44	0,37	0,00	63,70
Phosphorsäure	40,82	573,14	74,70	124,70
Kieselsäure	724,32	3,35	298,10	0,00

(Die beiden ersten Untersuchungen, sowie Die der Kartoffelknollen sind von mir angestellt worden, Die des Kartoffelkrautes theilte Liebig mit; das in den beiden letzten Analysen an 1000 Fehlende ist Kohlensäure, Sand, Kohle und Verlust.)

Denn denken Sie sich jetzt einmal den Fall, daß auf einem Felde, dessen Boden gar Nichts enthalte, was zur Ernährung der Weizenpflanzen von seiner Seite verabreicht werden muß, dennoch Weizen gebaut werden soll, und daß man nothgedrungen sei, nach einem guten, für Weizen passenden Düngungsmittel sich umzusehen. Ließen Sie sich nun ein Düngungsmittel dazu empfehlen, welches vorwaltend Alkalien, Kalk, Schwefelsäure und Chlor enthält, und würde dieser Empfehlung die Bemerkung hinzugefügt, daß man bei seiner Anwendung vortreffliche Wirkung an Kartoffeln wahrgenommen hätte, so könnte ich mit Ihnen jede Wette eingehen, daß damit beim Weizen Ihren Erwartungen durchaus nicht entsprochen werden würde, weil der Weizen, um zu gedeihen, im Boden vorwaltend Kieselsäure, Phosphorsäure, Magnesia und Eisen vorfinden muß. Sie würden daher in Folge Ihrer Erfahrungen dasselbe Düngungsmittel,

Digitized by Google

welches Ihnen der Nachbar als ein „vortreffliches" empfahl, für ein „ganz schlechtes" halten müssen, und Sie ersehen daraus, daß die Begriffe von „gut" und „schlecht" nur relativ sind, und daß es sogenannte Universaldüngungsmittel d. h. solche, welche jeder Kulturpflanze das ihr Nöthige in angemessener Quantität liefern, gar nicht geben könne.

Also nur mit steter Rücksicht auf die Art der Kulturpflanze, welche damit gedüngt werden soll, kann von einem guten oder schlechten Düngungsmittel die Rede sein, ein Umstand, den ich Ihrem Gedächtnisse wohl zu bewahren bitte.

Allein in gewissen Fällen reicht nicht einmal die Berücksichtigung der Art der Kulturpflanze, welche gedüngt werden soll, aus, ein vollgiltiges Urtheil über den Werth eines Düngungsmittels zu fällen, vielmehr gehört dazu auch noch die Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit. Sie begreifen, daß (um die Sache sogleich auf die Spitze zu stellen), wenn Jemand Ländereien besitzt, deren Bodenbeschaffenheit von der Art ist, daß man ohne Anwendung irgend eines Düngers viele Jahre hindurch Weizen auf Weizen in ununterbrochener Folge darauf erbauen kann, daß, sage ich, für einen Solchen selbst das beste Weizendüngungsmittel völlig ohne Werth ist. Sein Boden hat ja Alles, was er zur Weizenkultur braucht, wozu also die völlig überflüssige Düngung? — Aber ebenso gut sehen Sie ein, daß Jemand im Besitze von Ländereien sein kann, deren Beschaffenheit von der Art ist, daß sie zwar den Bodenbedürfnissen der Weizenpflanze an Kieselsäure, Alkalien u. s. w. aufs Reichlichste entsprechen, allein es mangelt an Phosphorsäure und Magnesia. In einem solchen Falle würde man natürlich etwas theilweise sehr Ueberflüssiges thun, wenn man mit „Weizendünger" düngte, also mit einer Substanz, welche alles Das enthält, was die Weizenpflanze von Seiten des Bodens braucht. Hier wäre es vollkommen ausreichend, ein Düngungsmittel zu be-

Digitized by Google

sorgen, welches vorwaltend nur aus Phosphorsäure und Magnesia zusammengesetzt ist, und es würde ein solches Düngungsmittel unter den gegebenen Voraussetzungen allen Erfordernissen der Weizenkultur entsprechen, also ein sehr gutes Düngungsmittel genannt werden müssen. Wollte nun Jemand, der ein zufälliger Zeuge der günstigen Wirkung dieses Düngungsmittels gewesen wäre, von diesem durch die Erfahrung geprüften Düngungsmittel den gleichen Gebrauch bei Weizen machen, allein auf einem Boden, welchem es an Kieselsäure, Alkalien u. s. w. mangelte, so liegt auf der Hand, daß dieses dort gute Weizendüngungsmittel hier bei so ganz anderen Bodenverhältnissen seine Wirkung versagen, und sich als ein schlechtes ausweisen werde. Sie erkennen auch hieraus, wie relativ die Bezeichnung von gut und schlecht ist, und wie der praktische Landwirth sich vor einseitigen Beurtheilungen des Werthes der verschiedenen Düngungsmittel zu hüten habe, wenn er nicht Täuschungen aller Art unterliegen will. Nur die genaue Kenntniß der chemischen Zusammensetzung eines Düngungsmittels, sowie der Asche einer Pflanze, verbunden mit der Einsicht in die chemische Zusammensetzung des Bodens, worauf die Pflanze wachsen soll, kann dem praktischen Handeln die erwünschte Sicherheit des Erfolges mit dem geringsten Kostenaufwande verschaffen.

Und jetzt, meine Herren, im Falle es nicht schon früher geschehen sein sollte, wird es Ihnen hoffentlich einleuchten, von welcher großen Wichtigkeit die Bestrebungen der Chemie, sich in der Landwirthschaft nützlich zu machen, sind, und wie unerläßlich dem praktischen Landwirthe eine Einsicht in die Resultate der vorhandenen chemischen Untersuchungen der Düngungsmittel, sowie der Asche der Kulturpflanzen und der verschiedenen Bodenarten sei. Es ist fern von mir, Ihnen anzusinnen, daß Sie selbst sich jene Kenntnisse und Fertigkeiten aneignen sollten, welche nöthig sind, um eine gute Analyse eines Düngungsmit-

Digitized by Google

tels oder einer Pflanzenasche oder des Bodens eines Feldes anzustellen, weßhalb ich denn auch bei unseren Unterhaltungen es stets unterlassen habe und auch in Zukunft unterlassen werde, Ihnen eine Anweisung zur Anstellung solcher Untersuchungen zu geben, trotzdem daß es von mehren Seiten gewünscht wird. (Ich glaube mit Zuverlässigkeit, daß Sie wohl thun, diese Arbeiten, wie bisher, so auch für die nächste Zukunft in den Händen der Chemiker vom Fache zu lassen, wo die von Ihnen gestellten Fragen jedenfalls in kürzerer Zeit und, was die Hauptsache ist, mit größerer Zuverlässigkeit, beantwortet werden, als es Ihnen selbst möglich ist.) Allein von der Verpflichtung, sich um das gehörige Verständniß der von Seiten der Chemie bereits erzielten oder später noch zu erzielenden Resultate zu bemühen, und dazu gehört vor Allem die Kenntniß der erwähnten Analysen, kann ich Sie in keinerlei Weise entbinden, da ohne dieselben Ihnen jeder rationelle Fortschritt auf dem Gebiete Ihrer Praxis völlig abgeschnitten bleibt. Ist ja doch ein so theilweise chemisches Verständniß schon nöthig, wenn es sich einfach nur darum handelt, einem Chemiker eine Frage zur Beantwortung vorzulegen. Denn was soll ein Chemiker dazu sagen, wenn er, wie es beispielsweise mir begegnet ist, gefragt wird, ob, da man Willens sei, zu Roggen anstatt mit Stallmist einmal versuchsweise mit einem mineralischen Düngungsmittel zu düngen, man lieber gebrannten Gyps oder Knochenasche wählen solle? Wie konnte eine solche Frage gestellt werden, wenn der Frager nur im Entferntesten eine Idee von der ganz allgemeinen chemischen Zusammensetzung des Gypses, der Knochenasche, sowie der Asche des Roggenstrohes und der Roggenkörner gehabt hätte? Wie kann man unter gänzlicher Vernachlässigung der Zusammensetzung des Bodens den Gyps und die Knochenasche als ein Aequivalent für Stallmist ansehen, und mit der einen oder der anderen Substanz zu Roggen düngen wollen? Betrachten Sie einmal die nachstehende Tabelle.

Digitized by Google

Es enthält:

	Roggen-		Stallmist		Ochsen-Knochenasche in 1000 Th.	Gebrannt. Gyps in 1000 Thln.
	Strohasche in 1000 Th.	Körnerasche in 1000 Th.	Kuhkothasche in 1000 Thln.	1000 Thl. des frisch. Kuhharnes.		
Alkalien	174,6	391,1	10,2	15,3	19.3	0,0
Kalk	87,3	23,1	60,8	1,4	423,0	420,0
Magnesia . . .	23,9	98,7	36,6	0,0	11,2	0,0
Eisenoxyd . . .	11,2	6,6	4,2	0.0	0,0	0,0
Chlor	3,6	0,0	0,0	5,6	17,4	0,0
Schwefelsäure	8,1	13,7	18,1	2,8	0,0	580,0
Phosphorsäure	42,8	460,3	129,2	1,6	481,8	0,0
Kieselsäure . .	638,9	1,5	637,0	0,0	0,0	0,0
Fluor	0,0	0,0	0,0	0,0	21,8	0,0

Obschon nun in dem Gypse, sowie in der Knochenasche gleich viel Kalk vorhanden ist, so enthält doch, wie man sieht, die eine Substanz nur noch Schwefelsäure, während die andere als zweiten vorwaltenden Bestandtheil Phosphorsäure aufzuweisen hat. Es können daher schon deßhalb beide Substanzen nicht mit einander verglichen und als einander stellvertretend angesehen werden. Und selbst davon ganz abgesehen, so frage ich, wo soll die Roggenpflanze bei Anwendung von Knochenasche (in hinreichender Menge, um die nöthige Phosphorsäure darzureichen) die Kieselsäure, sowie die Magnesia und die Alkalien herbekommen, wenn diese Substanzen nicht bereits in genügender Menge im Boden vorhanden sind? —

Endlich lassen Sie uns, ehe wir diese Betrachtungen über den Werth eines Düngungsmittels schließen, noch in Kürze untersuchen, inwiefern die „Form" eines Düngungsmittels bei der Beurtheilung seines Werthes von Wichtigkeit sei.

Dafern nämlich als erwiesen angesehen werden kann, daß eine Substanz, welche von Seiten des Bodens zur Ernährung einer Pflanze dargereicht werden soll, dieser Voraussetzung nur unter der einzigen Bedingung entspricht, daß sie in reinem oder in kohlensäurehaltigem Wasser löslich sei, so ist es keinem

Digitized by Google

Zweifel unterworfen, daß zwei Körper, deren einzelne Bestandtheile sich bei der chemischen Untersuchung als völlig gleich ausweisen, für die Zwecke der Kultur, also wenn man sie als Düngungsmittel anwenden will, dennoch von sehr verschiedenem Werthe sein müssen, im Falle es sich nämlich bei näherer Prüfung ergeben sollte, daß der eine im Wasser löslich, der andere dagegen unlöslich ist. Nur im Wasser lösliche Substanzen können von Seiten der Pflanze aufgenommen und für den Zweck der Pflanzenernährung verwendet werden.

Ich habe bereits weiter oben auf das Beispiel des Feldspathes hingewiesen; erlauben Sie mir bei diesem Beispiele etwas zu verweilen, um so mehr, als Ihnen dabei völlig klar werden soll, was man unter der Verschiedenheit der „Form", in dem von mir gebrauchten Sinne, zu verstehen habe. Gesetzt, es fehle der Umgebung einer Kulturpflanze nur an Kali und Kieselsäure, so daß es Aufgabe der Düngung sei, diese Substanzen künstlich herbeizuschaffen. Nun hätte man aber folgende Kali- und Kieselsäurehaltige Körper zur Verfügung und Auswahl:

No. 1.	Kieselsäure	63	in 100 Theilen, und zwar in der Form von krystallisirtem Kalifeldspathe;
	Kali	18	
	noch andere Substanzen	19	
No. 2.	Kieselsäure	48	in 100 Th., und zwar in der Form von reinem Porzellanthone, gemengt mit:
	noch andere Substanzen	52	
	Kali	47	in 100 Theilen, und zwar in der Form von calcinirter russischen Pottasche;
	noch andere Substanzen	53	
No. 3.	Kieselsäure	62	in 100 Theilen, in der Form des sogenannten Wasserglases von Fuchs;
	Kali	26	
	noch andere Substanzen	12	
No. 4.	Kieselsäure	62	in 100 Theilen, in der Form zerbrochener grüner Medizingläser;
	Kali	10	
	noch andere Substanzen	28	
No. 5.	Kieselsäure	3,8	in 100 Theilen, und zwar in der Form von lufttrockenem Weizenstrohe;
	Kali	0,8	
	noch andere Substanzen	95,4	

Digitized by Google

No. 6.	Kieſelſäure	72	in 100 Theilen, in der Form von Weizenſtrohaſche;
	Kali	15	
	noch andere Subſtanzen	13	
No. 7.	Kieſelſäure	100	in 100 Theilen, in der Form von gepulvertem Quarze, nebſt:
	Kali	34	in 100 Theilen, in der Form eines Doppelſalzes, welches durch Zuſammenſchmelzen von kohlenſ. Kali und kohlenſ. Kalke gewonnen wurde;
	noch andere Subſtanzen	66	
No. 8.	Kieſelſäure, ungef.	20,0	in 100 Theilen, in der Form eines Mergels.
	Kali	0,1	
	noch and. Subſt. ungef.	79,9	

Die ſoeben aufgezählten acht verſchiedenen Körper enthalten insgeſammt Kieſelſäure und Kali, alſo die verlangten Pflanzennahrungsmittel, und zwar entſprechen, unter der Vorausſetzung, daß der erforderliche Bedarf an Kieſelſäure und Kali in dem Verhältniſſe von 3 Kieſelſäure und 1 Kali ſtattfindet, 100 Pfund Feldſpath (Nro. 1.) z. B. 120 Pfunden Weizenſtrohaſche (Nro. 6.) oder 2250 Pfunden friſchem luftrockenem Weizenſtrohe (Nro. 5.) oder 18000 Pfunden Mergel (Nro. 8.) u. ſ. w. Es ſcheint demnach für die oben bezeichneten Zwecke der Düngung, einmal ganz abgeſehen von der Verſchiedenheit der Ankaufs- und Transportkoſten, völlig gleichgiltig zu ſein, ob man 100 Pfund Feldſpath, oder 120 Pfund Strohaſche, oder 2250 Pfund friſches Stroh, oder 18000 Pfund Mergel u. ſ. w. dem Boden einverleibt, da mit allen dieſen an Gewicht ſehr verſchiedenen Mengen dennoch das gleiche Gewicht Kieſelſäure und Kali (im Verhältniſſe von 3 zu 1) herbeigeſchafft wird. Und dennoch wird die Erfahrung das Gegentheil lehren. Die Erfahrung, dafern man nämlich im Frühjahre mit dieſen Subſtanzen gedüngt, und verlangt hätte, daß dieſe Düngungsmittel ſchon während des darauf folgenden Sommers ihre volle Wirkſamkeit äußern ſollten, würde zeigen, daß Nro. 1. völlig ohne Wirkung bliebe, trotzdem daß dieſer Körper bei

Digitized by Google

dem kleinsten Gewichte die größte Menge von Kieselsäure und Kali in dem gewünschten Verhältnisse enthält, und trotzdem daß er sehr fein gepulvert ist. Nro. 2 würde von guter Wirkung sein, vorausgesetzt daß das damit gedüngte Feldstück nicht am Abhange liegt, und daß der Sommer kein zu nasser war. Nro. 3. würde, im gemahlenen Zustande angewendet, allen Anforderungen entsprechen. Nro. 4. würde trotz des feingepulverten Zustandes ohne Wirkung bleiben. Nro. 5. würde keine merkbare Wirkung hervorbringen, und doch ist es ein, und zwar mit Recht, so hoch geschätztes Düngungsmittel für Getreide, welche Feldfrucht, was ich oben zu erwähnen vergessen habe, im vorliegenden Falle gedüngt werden soll. Nro. 6. würde sich von nur sehr untergeordneter Wirkung erwiesen haben. Nro. 7. wäre ohne die geringste Wirkung. Nro. 8. zeigte sich als gut. Woher nun, so fragen Sie mit Recht, die so große Verschiedenheit der Wirkung dieser mit Rücksicht auf den Gehalt an Kieselsäure und Kali (in dem gewünschten Verhältnisse von 3 zu 1) so völlig gleichen Düngungsmittel? Diese Verschiedenheit, meine Herren, ist lediglich von dem Zustande, von der „Form," in welcher die fraglichen Nahrungsmittel in diesen Körpern enthalten sind, abhängig, wie Sie mir verstatten mögen, daß ich Ihnen dies weiter auseinander setze.

In Nr. 1. ist die Kieselsäure mit dem Kali und mit Thonerde zu einem kieselsaueren Salze chemisch verbunden, und dieses Salz, welches der Mineralog Feldspath nennt, ist in reinem, sowie in kohlensäurehaltigem Wasser unlöslich, so daß den damit gedüngten Pflanzen aus dem darin enthaltenen Kali und der Kieselsäure nicht der mindeste Vortheil zufließen kann, da sie nur aufgelöste Dinge aufzunehmen vermögen. Zwar wird nach und nach durch Einwirkung von Kohlensäure und Wasser ein Theil der Kieselsäure und das gesammte Kali dieses Feldspathes in der Form so verändert, daß diese Sub-

Digitized by Google

ſtanzen endlich im Waſſer löslich und deßhalb für die Pflanzen aufnehmbar werden, allein dieſer Prozeß der Formänderung (die Ihnen bekannte Verwitterung, vgl. die 5te Vorleſung) geht ſo langſam vor ſich, daß für den erſten Sommer eine düngende Wirkung durch Feldſpath nicht erzielt werden kann.

Nicht ſo verhält es ſich mit Nr. 2., jenem Gemenge von Thon und calcinirter Pottaſche. Zwar findet ſich die Kieſelſäure des Thones in der reinen Thonerde in einer Form vor, in welcher ſie im Waſſer völlig unlöslich und ſomit einer Pflanze von keinem Nutzen iſt, allein im vorliegenden Falle wird durch das gleichzeitige Vorhandenſein von im Waſſer löslichem Kali (in der Form der Pottaſche) ein Theil dieſer Kieſelſäure ebenfalls im Waſſer löslich gemacht, und dadurch in eine für die Pflanze aufnehmbare Form gebracht. Nur in dem Falle, daß ein ſehr naſſer Sommer eintritt, und daß das Feld eine geneigte Lage beſitzt, würde dieſes Düngungsmittel die Abſicht des Landwirthes vereiteln, da das leichtlösliche Kali der Pottaſche zum größten Theile ausgewaſchen, und mit dem Regenwaſſer vom Felde ablaufen wird, ehe es die angegebene Wirkung auf die Kieſelſäure des Thones entwickeln konnte.

In Nr. 3. befinden ſich beide Subſtanzen, das Kali, ſowie die Kieſelſäure, in einer Form, welche ſie im Waſſer löslich macht. Dabei bietet dieſe Form noch den beſonderen Vortheil, daß dieſe Subſtanzen von Seiten des Waſſers nur mäßig ſchnell gelöſt werden, ſo daß ein Auswaſchen derſelben nicht ſo leicht zu fürchten iſt.

In Nr. 4. iſt die Kieſelſäure und das Kali in derſelben Form wie in Nr. 1. enthalten, und Alles, was in Bezug auf die Urſachen der Wirkungsloſigkeit des Feldſpathes weiter oben mitgetheilt ward, gilt auch, obſchon in etwas minderem Grade, in Betreff des Glaspulvers.

Nr. 5., das friſche Stroh, enthält die Kieſelſäure und das

Digitized by Google

Kali in chemischer Verbindung mit einer Menge anderer Stoffe, und diese Verbindung muß erst durch den Prozeß der Verwesung oder Fäulniß aufgehoben werden, ehe die beiden fraglichen Substanzen zu derjenigen Form gelangen, in welcher sie von dem Wasser gelöst, und sonach von den Pflanzen aufgenommen werden können. Dieser Verwesung- oder Fäulnißprozeß findet aber ziemlich langsam statt, und es ist daher (wenn Sie sich das zur Düngung nöthige Stroh im frischen Zustande im Frühjahre untergeackert denken) nicht zu verwundern, wenn die so gedüngten Kulturpflanzen in dem nachfolgenden ersten Sommer keinen merklichen Nutzen davon haben konnten. Der Fall wäre anders gewesen, wenn Sie das Stroh entweder im bereits verwesten Zustande, oder als frisches Stroh, aber im vorhergehenden Herbste, untergeackert hätten, weil unter solchen Umständen zur Zeit des Getreidewachsthumes, in dessen Interesse ja gedüngt ward, die Kieselsäure und das Kali des Düngestrohes diejenige Form, welche diese Körper nothwendig besitzen müssen, um als Pflanzennahrungsmittel zu dienen, bereits angenommen haben. Ich erinnere Sie hierbei an die längst außer allem Zweifel gestellten verschiedenen Wirkungen des gefaulten Mistes, im Vergleiche mit dem frischen Miste; in dem Vorstehenden haben Sie den Schlüssel zu diesen praktischen Erfahrungen, obschon dabei, wie später erörtert werden soll, gleichzeitig noch andere Umstände zu berücksichtigen sind.

In Nr. 6. befindet sich ein nicht geringer Theil der Kieselsäure in einer solchen Form, daß sie von dem Wasser trotz des gleichzeitigen Vorhandenseins von Kali nicht gelöst, also auch von der Pflanze nicht aufgenommen werden kann; daher die nur unvollständig befriedigte Erwartung des Landwirthes, im Falle er diesen Körper als Düngungsmittel angewendet hätte.

In der mit Nr. 7. bezeichneten Substanz ist zwar das Kali in einer für die Zwecke der Düngung möglichst vortheilhaften

Digitized by Google

Form zugegen, da es sich langsam aber vollständig im Wasser löst, allein die Form, in welcher die Kieselsäure in dieser Substanz vorhanden, ist die für Errreichung der beabsichtigten Pflanzenernährung allerschlechteste. Sie vermag sich, trotz der Gegenwart des Kalis, nicht im Mindesten im Wasser zu lösen, so daß die Kulturpflanze keine Spur von in solcher Form vorhandener Kieselsäure aufzunehmen im Stande ist.

In Nr. 8. endlich besitzt das gesammte Kali, sowie ein entsprechender Theil Kieselsäure die für die Pflanzenernährung taugliche d. h. im Wasser lösliche Form, wodurch die gute Wirkung dieses als Düngungsmittel verwendeten Mergels ihre genügende Erklärung findet. Daß es, um den Bedarf nur eines Centners von Kieselsäure und Kali (in dem Verhältnisse von 3 zu 1) durch Düngung herbeizuschaffen, in der landwirthschaftlichen Praxis so leicht Niemandem einfallen wird, 250 Centner Mergel der oben angegebenen chemischen Zusammensetzung (denn so viel würde nothwendig gebraucht) auf das Feld zu transportiren, ist natürlich kein Einwand gegen die Richtigkeit meiner Behauptung. Denn wenn wirklich Jemand zur Erreichung des vorstehend bezeichneten Zweckes so viel Mergel, als eben angegeben ward, anwendete (und diesen Fall zu setzen, ist ja wohl erlaubt), so würde er seinen Zweck nur deßhalb erreichen, weil er eine Substanz wählte, in welcher das Kali und die Kieselsäure die zur Pflanzenernährung taugliche Form hatte; und welchen Unterschied die „Form" einer Substanz bei ihrer Verwendung als Düngungsmittel abgebe, dies allein nur wollte ich Ihnen durch die angeführten Beispiele ersichtlich machen.

Wie mit der Kieselsäure und dem Kali, so verhält es sich aber mit allen anderen Substanzen, welche wir als nur von Seiten des Bodens stammende Bestandtheile der Pflanzen kennen lernten, und welche daher, im Falle sie im Boden entweder ganz fehlen, oder für die Absichten der Kultur in unzureichender

Digitized by Google

Menge darin vorhanden sind, durch Düngung künstlich herbeigeschafft werden müssen. Auch hier kommen zahlreiche Formen der betreffenden einzelnen Nahrungsmittel vor, in denen sie von Seiten der Pflanze nicht aufgenommen werden, und die umsichtige Benutzung einer nicht blos oberflächlichen Kenntniß chemischer Thatsachen wird in Zukunft lehren, daß scheinbar unwichtige oder durch die bisherige landwirthschaftliche Praxis sogar als nichtsnutzig nachgewiesene Substanzen dennoch zu sehr wichtigen und werthvollen Düngungsmitteln erhoben werden können, dafern man nur im Stande ist, die „Form" zu ändern.

Ich habe Sie, meine Herren, nicht ohne Vorbedacht mit diesen die „Form" betreffenden Auseinandersetzungen so lange aufgehalten, weil die wohlverstandene Auffassung dieses Gegenstandes, wie Sie mir wohl insgesammt ohne Widerrede zugeben werden, für Ihre Praxis von der größten Wichtigkeit sein muß. Denn mögen Sie nun aus dem Gesagten entnehmen, was Sie wollen, so viel ist Ihnen doch jedenfalls klar geworden, daß es nicht gleichgiltig sei, in welcher Form ein Pflanzennahrungsmittel im Boden oder in einem Düngungsmittel vorhanden ist; und sollte Ihnen heute noch von irgend Jemandem ein Düngungsmittel für eine bestimmte Kulturpflanze unter der Versicherung, es enthalte Alles, was der zu düngenden Pflanze nöthig sei, empfohlen werden, so wissen Sie jetzt recht wohl, daß darin noch gar keine Gewährleistung der günstigen Wirkung zu suchen sei. Bei der Beurtheilung eines jeden Düngungsmittels muß zwar die erste Frage allemal sein, „was" und „wieviel" enthält es, allein die zweite Frage, „wie" d. h. in welcher „Form" sind die einzelnen Bestandtheile darin vorhanden, besitzt gleiche Wichtigkeit, da ihre Unterlassung sehr häufig mit den größten Nachtheilen für das praktische Handeln des Landwirthes nothwendig verbunden sein muß.

Digitized by Google

Nachdem ich Ihnen sonach ein ziemlich anschauliches Bild von dem Wesen der Düngung, sowie von den Eigenschaften, welche ein gutes Düngungsmittel besitzen muß, verschafft zu haben glaube, so wende ich mich jetzt am Schlusse unserer heutigen Unterhaltung noch zu dem Versuche einer Eintheilung der Düngungsmittel.

Es kann aber eine solche Eintheilung, je nach der Verschiedenheit der Gesichtspunkte, von denen man ausgeht, ebenfalls eine sehr verschiedene sein.

Dafern man nämlich unter einem Düngungsmittel, wie bereits oben gezeigt wurde, eine Substanz versteht, welche alles Dasjenige in genügender Menge und in passender Form enthält, wessen eine Kulturpflanze von Seiten des Bodens überhaupt bedarf, so scheint es unter Berücksichtigung der oft schon besprochenen Verschiedenheit der Kulturpflanzen am Zweckmäßigsten, auch die Düngungsmittel nach dieser Verschiedenheit einzutheilen, so daß man bestimmte Düngungsmittel für Getreidearten, wieder andere Düngungsmittel für Hülsenfrüchte, noch andere für Knollengewächse und so fort hätte. Bei einer solchen Eintheilung würden aber eine Menge Düngungsstoffe ausgeschlossen bleiben, während sie doch durch die Erfahrung als höchst wirksam längst schon erkannt worden sind, wie z. B. der Gyps, das Knochenmehl, der Kalk u. s. w. Zwar wissen Sie recht wohl, daß diese Substanzen keine Düngungsmittel in dem oben festgestellten Sinne sind, weil, unter der Voraussetzung, daß ein Düngungsmittel Alles enthalten müsse, was die Kulturpflanze von dem Boden braucht, mit dem Gypse z. B. nur Schwefelsäure und Kalk herbeigeschafft werden, zwei Körper also, in Betreff welcher bekannt ist, daß sie allein nicht im Stande sind, eine Kulturpflanze zu ernähren; allein da in der Praxis niemals der

Digitized by Google

Fall eintreten wird, daß der Boden von Haus aus gar Nichts enthält, was zur Ernährung einer Kulturpflanze verwendet werden könnte, und der Fall denkbar ist, daß es einem Boden an weiter nichts als gerade an Schwefelsäure und an Kalke fehle, um Alles zu besitzen, was die Pflanze braucht, so sind wir gezwungen, den so strengen Begriff von dem Wesen eines Düngungsmittels fahren zu lassen. Ein Düngungsmittel wäre demnach eine Substanz, welche Dasjenige, was dem Boden zur reichlichen Ernährung einer Kulturpflanze fehlt, in der genügenden Menge und in passender Form enthält, und Sie begreifen, daß bei so abgeänderter Definition auch der Gyps, das Knochenmehl, der Kalk u. s. w. unter die Zahl der Düngungsmittel aufgenommen werden müssen, weil Fälle eintreten können, daß gerade der Eine oder der Andere dieser Körper Dasjenige enthält, was dem Boden mangelt. Da nun derartige Fälle eben sowohl bei einer Getreideart, als wie bei einer Hülsenfrucht oder irgend einer anderen Kulturpflanze vorkommen können, so liegt auf der Hand, daß in der vorstehend versuchten Eintheilung der Düngungsmittel nach der Verschiedenheit der Pflanzen nichts Durchgreifendes liege.

Empfehlenswerther möchte dagegen die allbekannte Eintheilung in „ernährende" und „reizende" Düngungsmittel sein, wenigstens hat sie das Alter und zahlreiche Autoritäten, dem Kreise der praktischen Landwirthe angehörig, auf ihrer Seite. Nichts desto weniger ist eine solche Eintheilung die schlechteste, die nur möglich ist, weil sie von irrthümlichen Ansichten der Wirkung der Düngungsmittel ausgeht, und ich würde sie als völlig unbrauchbar ganz mit Stillschweigen übergangen haben, wenn mir nicht dabei Gelegenheit geboten würde, den Begriff von Düngungsmittel überhaupt abermals etwas abzuändern und gleichzeitig zu erweitern. Zu einer Zeit nämlich, wo man

Digitized by Google

die Wichtigkeit und Bedeutung der Aſchenbeſtandtheile der Pflanzen noch nicht kannte, war man durchgängig der Meinung, daß eine Subſtanz, nur inſofern ſie aus dem organiſchen Reiche der Thiere oder Pflanzen ſtammte, zur Ernährung der Pflanzen beitragen könne, und wiederum waren es nach dieſer Anſicht nur die organiſchen kohlenſtoff- und ſtickſtoffhaltigen näheren Beſtandtheile dieſer Körper, welche von Seiten der Pflanzen aufgenommen und zur Bildung neuer vegetabiliſcher Maſſe verwendet wurden. Als nahrhaft für eine Pflanze galt nur ein Körper, inſofern er Kohlenſtoff und Stickſtoff enthielt; alle übrigen Körper dagegen, denen dieſe Beſtandtheile abgingen, denen aber erfahrungsmäßig eine günſtige Wirkung auf die Vegetation nicht abgeſtritten werden konnte, wurden als „Reizmittel" bezeichnet, und es fällt nicht ſchwer einzuſehen, daß man bei ſolcher Sachlage unter einem „Reizmittel" ſtreng genommen einen Körper verſtehen mußte, deſſen günſtige Wirkung auf das Pflanzenwachsthum eine zwar durch die Erfahrung gefundene, allein ihrem Weſen nach völlig unbekannte war. Durch die Beachtung jedoch, welche den Aſchenbeſtandtheilen der Pflanzen von Seiten der neueren Chemie zu Theil ward, iſt die Wirkung auch dieſer Reizmittel erkannt worden; und zwar hat die Chemie nachgewieſen, daß ſie je nach ihrer chemiſchen Beſchaffenheit bald in der Art wirken, daß ſie unmittelbar von der Pflanze aufgenommen und zur Bildung von Pflanzenbeſtandtheilen verwendet werden, alſo geradezu als Nahrungsmittel dienen, bald in der Weiſe, daß ſie, wie z. B. der Kalk, die Zerſetzung des Humus ſowie die Verwitterung der Bodenbeſtandtheile beſchleunigen (vgl. S. 148. u. S. 210.), und ſomit in kürzerer Zeit eine Menge Pflanzennahrungsmittel in einen für die Pflanze aufnehmbaren Zuſtand bringen, als es ohne Anwendung des Kalkes geſchehen wäre. Deßhalb hat natürlich die ſo lange

Digitized by Google

übliche Bezeichnung „reizender Dünger" im Auge jedes Verständigen alle Bedeutung verloren, und es ist Ihnen hoffentlich klar geworden, daß von einer Eintheilung der Düngungsmittel in „ernährende" und „reizende" nicht die Rede sein kann, da es nur ernährende Düngungsmittel giebt, obschon diese Ernährung nicht allemal eine direkte zu sein braucht, sondern in gewissen Fällen auch auf indirekte Weise zu Stande gebracht werden kann, wie soeben am Beispiele des Kalkes gezeigt wurde. Wir hätten demnach diesen Fällen zu Liebe, wo man eine Substanz (z. B. Kalk) zur Düngung verwendet, durch welche die im Boden eines Feldes bereits vorhandenen Pflanzennahrungsmittel in ihrer Form und Beschaffenheit derartig verändert werden, daß dieselben, während sie vorher zur Aufnahme von Seiten der Pflanzen ihrer Form wegen untauglich waren, nunmehr dazu taugen, den Begriff von Düngungsmittel zuletzt dahin zu stellen, daß man darunter eine Substanz versteht, durch welche die einer Kulturpflanze nöthige Nahrung in gehöriger Menge und in passender Form besorgt wird. Für diesen Begriff von Düngungsmittel ist es aber völlig gleichgiltig, ob ein Düngungsmittel Alles enthält, was eine Pflanze von Seiten des Bodens braucht, (in welchem Falle der Boden gar Nichts zu besitzen nöthig hat); oder ob ein Düngungsmittel nur einen Theil Dessen, was zur Pflanzenernährung dienlich ist, enthält (in welchem Falle der Boden das Fehlende liefern muß); oder ob endlich ein Düngungsmittel gar nichts zur Ernährung der Kulturpflanze direkt Verwendbares enthält, sondern nur bewirkt, daß die im Boden bereits vorhandene Pflanzennahrung in eine zur Aufnahme passende Form gebracht wird (in welchem Falle der Boden natürlich Alles enthalten muß); und mit Zugrundelegung dieser möglichen Verschiedenheit könnte man daher die sämmtlichen Düngungsmittel folgendermaßen eintheilen:

Digitized by Google

1) direkt ernährende Düngungsmittel;

(Die Bestandtheile der hierher gehörigen Substanzen werden direkt zur Pflanzenernährung verwendet; allein je nachdem diese Düngungsmittel Alles, oder nur einen Theil Dessen, wessen die Pflanze von Seiten des Bodens bedarf, enthalten, zerfallen sie in zwei Abtheilungen:

a) absolute oder unter allen Umständen wirksame Düngungsmittel, d. h. solche, welche Alles enthalten, was die betreffende Kulturpflanze von Seiten des Bodens nöthig hat, wobei also nicht darauf gerechnet zu werden braucht, daß der Boden etwas für die Pflanzenernährung Taugliches bereits besitze. Beispiele sind die sorgfältig gesammelten festen und flüssigen Excremente der Menschen und Thiere, der Liebig'sche Patentdünger.

b) relative oder nur bedingungsweise wirksame Düngungsmittel, d. h. solche, welche nicht Alles enthalten, was die betreffende Kulturpflanze von Seiten des Bodens nöthig hat, wobei also darauf gerechnet werden muß, daß der Boden das Fehlende besitzt. Beispiele sind: Knochenmehl, Guano, Pottasche u. s. w.)

2) indirekt ernährende Düngungsmittel.

(Die Bestandtheile der hierher gehörigen Substanzen werden nicht direkt zur Pflanzenernährung verwendet, sondern ihre Gegenwart im Boden wird nur die Veranlassung, daß die im Boden bereits vorhandenen Pflanzennahrungsmittel ihrer Form nach dahin umgeändert werden, daß sie jetzt zur Aufnahme von Seiten der Pflanzen und zu deren Ernährung geschickt werden, was vorher nicht der Fall war. Vorausgesetzt wird also hierbei, daß der Boden bereits Alles enthält, was zur Ernährung der betreffenden Kulturpflanze nöthig ist, wobei es sich gleich bleibt, ob dieser Gehalt des Bodens an Nahrungsmitteln ein ursprünglicher oder ein durch anderweitige Düngung künstlich herbeigeschaffter war. Beispiele sind: der gebrannte Kalk und, was später seine Erledigung finden wird, in gewisser Beziehung der Humus.)

Diese Eintheilung der Düngungsmittel ist unbestreitbar die vorzüglichste, und ich würde bei der noch bevorstehenden speziellen Betrachtung der verschiedenen Düngungsmittel keinen

Digitized by Google

Augenblick Anstand nehmen, sie meinen Auseinandersetzungen zu Grunde zu legen, wenn ich nicht fürchten müßte, durch ein solches Verfahren gar zu sehr von dem Gebräuchlichen abzuweichen, und dabei den Vortheil des leichteren Verständnisses zwischen Ihnen und mir wenigstens theilweise aufzugeben. Ich werde daher für den vorliegenden Zweck unserer noch übrigen Abendunterhaltungen der nicht unbekannten Eintheilung der Düngungsmittel nach den verschiedenen Naturreichen, denen sie entlehnt sind, den Vorzug ertheilen, so daß wir uns demnächst zuerst mit den von dem Pflanzenreiche abstammenden Düngungsmitteln zu beschäftigen hätten, hierauf folgten die animalischen Düngungsmittel, und den Beschluß würde eine Untersuchung der mineralischen Düngungsmittel machen.

Digitized by Google

Sechszehnte Vorlesung.

Die atmosphärische Düngung.

Dem am Schlusse unserer letzten Abendunterhaltung gefaßten Plane gemäß sollten wir uns eigentlich heute mit der näheren Untersuchung der dem Pflanzenreiche angehörigen Düngungsmittel befassen; ich fühle mich jedoch veranlaßt, von diesem Plane in soweit abzugehen, als ich jetzt einen Abschnitt „über atmosphärische Düngung" einschalte, wäre es auch aus keinem weiteren Grunde, als um mein neulich gegebenes Wort, auf diesen bereits oberflächlich besprochenen Gegenstand abermals zurückzukommen, möglichst bald einzulösen.

Sie entsinnen sich noch recht wohl, daß ich, bei Gelegenheit der Besprechung der Düngung im Allgemeinen, die atmosphärische Düngung d. h. das Bestreben des Landwirthes, die von Seiten der Atmosphäre zur Ernährung der Kulturpflanzen zu liefernden Nahrungsmittel (Kohlensäure und Ammoniak) künstlich zu vermehren, als eine völlig überflüssige bezeichnete, und daß ich als Hauptgrund für diese Behauptung den Umstand anführte, daß vermöge der Diffusion gasförmiger Körper der Fall undenkbar sei, daß eine Pflanze die umgebende Atmosphäre an Kohlensäure und Ammoniak erschöpfen könne. Allein Sie glauben nichts desto weniger sich der Ansicht hingeben zu müssen, daß diesen theoretischen Behauptungen, so sehr sie auch die Wahrscheinlichkeit auf ihrer Seite haben, denn doch durch die

Digitized by Google

praktische Erfahrung widersprochen werde, und es ist daher an der Zeit, diesen Erfahrungen endlich einmal schärfer ins Auge zu sehen, und zu untersuchen, ob ihnen in der That ein solcher Gegenbeweis innewohnt, oder ob sich nicht vielleicht Auswege finden lassen, wodurch die durch unzweifelhafte Beobachtung festgestellten hierher gehörigen Thatsachen so zu erklären sind, daß trotz dieser praktischen Erfahrungen dennoch die von mir Ihnen vorgelegte Theorie aufrecht erhalten wird. Damit Sie sich aber überzeugen, daß diesen praktischen Erfahrungen von meiner Seite, der Theorie zu Liebe, nicht die mindeste Gewalt angethan wird, müssen Sie mir schon erlauben, daß ich etwas ausführlicher zu Werke gehe; ich gedenke Ihnen diese Erfahrungen zuerst nackt vorzulegen, und werde nachher zeigen, welchen Werth und welche Beweiskraft sie eigentlich besitzen.

1) Die Erfahrung lehrt, daß unter übrigens gleichen Bedingungen auf einem humusreichen Boden jegliche Vegetation besser gedeiht, als auf einem humusarmen oder gar humusleeren Boden. Da nun der Humus, wie wir weiter oben zeigten (vergl. S. 106), eine reiche Quelle von Kohlensäure ist, einer Substanz, welche die Pflanze in ihrer atmosphärischen Umgebung vorfinden muß, um zu gedeihen, so scheint die Schlußfolge gerechtfertigt, daß das bessere Gedeihen der auf humusreichem Boden wachsenden Pflanzen dem Kohlenstoffgehalte des Humus zuzuschreiben ist, und man wird dieser praktischen Erfahrung zu Folge den Humus und alle organischen Körper, welche Humus zu bilden vermögen, als Substanzen zu betrachten haben, wodurch ein atmosphärisches Nahrungsmittel (die Kohlensäure) in reichlichem Maße sogar künstlich durch Düngung herbeigeschafft werden kann.

2) Die Erfahrung lehrt ferner, daß die festen und flüssigen Excremente der Menschen und Thiere höchst günstig auf die Vegetation unserer Kulturpflanzen einwirken. Da nun bekannt-

Digitized by Google

lich während der Zersetzung dieser Substanzen Kohlensäure und Ammoniak in mehr oder minder reichlichem Maße gebildet werden, also zwei gasförmige Nahrungsmittel, welche die Pflanze in ihrer Umgebung vorfinden muß, wenn sie gedeihen soll, so hat man geschlossen, daß der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt den genannten Stoffen die durch die Erfahrung erkannte Wirkung ertheile, und man sieht daher in ihnen ein Mittel, wodurch der Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure und Ammoniak künstlich durch Düngung vermehrt werden kann. Ja man hat sogar versucht, den Werth dieser Substanzen, den sie als Düngungsmittel haben müssen, gleichsam a priori festzustellen, indem man durch chemische Untersuchungen ihren Reichthum ins Besondere an Stickstoff bestimmte, so daß man Dem zu Folge den stickstoffreichsten Körper auch als denjenigen zu betrachten hätte, welcher einer Kulturpflanze am Meisten Nahrung zu verschaffen im Stande sei.

3) Es liegen endlich Erfahrungen vor, welche darthun sollen, daß eine Vermehrung des Gehaltes der Atmosphäre an Kohlensäure und Ammoniak das Wachsthum einer Pflanze zu steigern vermöge, und zwar sind diese Erfahrungen indirekter und direkter Art. Man behauptet nämlich sehr oft beobachtet zu haben, daß Pflanzen, welche auf einem ungedüngten Felde standen, in der unmittelbaren Nähe eines mit thierischem Dünger reichlich gedüngten Feldes üppiger wuchsen, als die übrigen Pflanzen des ungedüngten Feldes, welche sich nicht in so unmittelbarer Nähe der gedüngten Nachbarschaft befanden. Da nun während der Zersetzung des animalischen Düngers im Boden des gedüngten Feldes Kohlensäure und Ammoniak gebildet wird, und da mit Grund zu vermuthen steht, daß nicht die gesammte Menge dieser gasförmigen Körper von den Pflanzen des gedüngten Feldes (für welche sie doch ursprünglich bestimmt waren) aufgenommen wird, da man vielmehr annehmen muß,

Digitized by Google

daß ein Theil dieser Kohlensäure und dieses Ammoniakes sich der umgebenden atmosphärischen Luft beimengt, so daß es nicht fehlen kann, daß auch der ungedüngten Nachbarschaft etwas davon zu Gute kommt; so liegt der Schluß sehr nahe, daß man durch künstliche Vermehrung der atmosphärischen Pflanzenumgebung an Kohlensäure und Ammoniak, also durch reine Düngung mit Kohlensäure und Ammoniak, die Vegetation den Zwecken der Kultur entsprechend zu steigern vermöge. Sie sehen dabei, meine Herren, daß Erfahrungen dieser Art nur indirekte genannt werden können, da hierbei nur vorausgesetzt, aber nicht bewiesen wird, daß wirklich Kohlensäure und Ammoniak von Seiten des gedüngten Feldes in die benachbarte Atmosphäre des ungedüngten Feldes gelangt sei. Allein es giebt auch eine hierher gehörige Erfahrung des berühmten Engländer Davy, wodurch der Beweis, daß durch bloße Zuführung von Kohlensäure und Ammoniak die Vegetation gesteigert werden könne, auf völlig direkte Art geliefert zu sein scheint. Gestatten Sie mir daher, daß ich bei der Wichtigkeit der Sache Ihnen die betreffende Stelle der Davy'schen Agrikulturchemie *) in wortgetreuer und deßhalb vielleicht etwas unbeholfener Uebersetzung mittheile.

„Im Oktober 1808" (so liest man bei Davy) „füllte ich eine weite Retorte, welche 3 Nößel Wasser zu fassen vermochte, mit in hitziger Gährung begriffenem, hauptsächlich aus Streu und Kuhmist bestehendem Dünger; ich verband hierauf diese Retorte mit einer kleinen Vorlage und einem pneumatischen Quecksilber-Apparate, so daß ich im Stande war, die tropfbar-flüssigen, sowie die gasförmigen Körper, welche sich aus dem Dünger entwickeln möchten, aufzufangen. Die Vorlage überzog sich als-

*) Elements of Agricultural Chemistry etc. New-York 1815. Pag. 270.

Digitized by Google

bald mit Thau, und in wenigen Stunden begannen Tropfen an den Wänden derselben herabzulaufen. Gleichzeitig entstanden auch gasförmige Körper; und zwar hatten sich in drei Tagen 35 Kubikzoll gebildet, welche, als sie chemisch untersucht wurden, sich als aus 21 Kubikzoll Kohlensäure bestehend erwiesen, während das Uebrige Kohlenwasserstoffgas war, mit etwas Stickstoffgas gemengt, welcher letztere Körper wahrscheinlich nur von der in der Vorlage enthaltenen atmosphärischen Luft herrührte. Die Flüssigkeit, welche sich während dieser drei Tage in der Vorlage angesammelt hatte, betrug beinahe ein Loth. Sie besaß einen salzigen Geschmack, zeigte einen unangenehmen Geruch, und enthielt (außer Wasser) etwas essigsaueres und kohlensaueres Ammoniak."

„Nachdem ich sonach ermittelt hatte, welche Produkte von Seiten einer solchen mit in Gährung befindlichem Miste gefüllten Retorte gebildet werden, steckte ich den Schnabel einer anderen Retorte, welche mit ähnlichem heiß gährendem Miste gefüllt war, in den Boden zwischen die Wurzeln von Gras einer Garteneinfassung: in weniger als einer Woche war ein sehr merkbarer Effekt auf das Gras hervorgebracht worden; an der Stelle, welche dem Einflusse der bei der Gährung sich bildenden Stoffe ausgesetzt gewesen war, wuchs es mit viel mehr Ueppigkeit, als das Gras in irgend einem anderen Theile des Gartens" *).

Soweit die Thatsachen. — Lassen Sie uns jetzt untersuchen, welche Beweiskraft dieselben besitzen.

Aus Nr. 1. ist gefolgert worden, daß Humus und alle

*) In less than a week a very distinct effect was produced upon the grass; upon the spot exposed to the influence of the matter disengaged in fermentation, it grew with much more luxuriancy than the grass in any other part of the garden," so lauten Davy's eigene Worte.

Digitized by Google

organischen Substanzen, welche durch ihre Zersetzung in Humus übergehen können, eine günstige Wirkung auf das Pflanzenwachsthum ausüben, weil sie Kohlensäure, jenes bekannte Pflanzennahrungsmittel, zu bilden vermögen. Nun wissen Sie aber, daß der Humus des Bodens oder der Humus Ihres Düngers, außer seinem Gehalte an Kohlenstoff, noch eine Menge mineralische Bestandtheile besitzt, deren Gegenwart bei der früheren Bildung der organischen Substanz, woraus der Humus entstand, nöthig war, — Bestandtheile, deren Vorhandensein durch direkte Verbrennung dieser Humusarten jeden Augenblick als Asche nachzuweisen ist (vergl. S. 108). Wenn ich nun behaupte, die durch die Erfahrung festgestellte günstige Wirkung des Humus sei nur durch seinen Gehalt an Aschenbestandtheilen zu erklären, so begreifen Sie, daß ich meine gegentheilige Behauptung genau auf dieselben praktischen Erfahrungen stütze, als Sie die Ihrigen, und daß um deßwillen, eben weil beiden Parteien die Berufung auf die nämlichen Unterlagen verstattet ist, in diesen Erfahrungen Nichts liege, was für einen Beweis der einen oder der anderen Behauptung gelten kann.

Ebenso verhält es sich mit Nr. 2. Hier erklären Sie die günstige Wirkung der festen und flüssigen Excremente der Menschen und Thiere durch den Gehalt derselben an Kohlenstoff und Stickstoff und durch den Umstand, daß während der in damit gedüngtem Boden stattfindenden Zersetzung Kohlensäure und Ammoniak entsteht, wodurch die Pflanzen zu einem üppigen Gedeihen veranlaßt werden. Ich dagegen behaupte, daß dieses üppige Gedeihen von den mit diesen Substanzen herbeigeführten unorganischen Bestandtheilen, welche von Seiten des Chemikers ebenfalls aufs Entschiedendste in jedem durch die Erfahrung bereits empfohlenen Düngungsmittel der hierher gehörigen Art nachgewiesen werden können, zu erklären sei. Weil

Digitized by Google

mir aber diese gegentheilige Erklärung mit gleichem Rechte zusteht, wie Ihnen die Ihrige, so müssen Sie ohne Weiteres zugeben, daß auch durch diese praktischen Erfahrungen nicht Dasjenige bewiesen wird, was Sie eben beweisen wollen.

In Nr. 3 endlich berufen Sie sich auf den doppelten Fall: Einmal nämlich wurde in der Nachbarschaft mit thierischem Dünger gedüngt, und doch hatten die nebenstehenden ungedüngten Pflanzen einen Vortheil davon; und das andere Mal ward nur mit Kohlensäure und Ammoniak gedüngt, und zwar, wie Davy berichtet, mit Erfolg.

Was nun den ersteren Fall anlangt, so gehen Sie dabei von der Vermuthung aus, daß ein Theil der während der Zersetzung des Düngers im gedüngten Felde freiwerdenden Kohlensäure und des Ammoniakes in Gasgestalt entwich, und indem er sich der Atmosphäre beimengte, den benachbarten ungedüngten Pflanzen zum Nutzen gereichte. Ich dagegen vermuthe, daß ein Theil der mit dem Dünger herzugebrachten unorganischen Bestandtheile durch die Feuchtigkeit des Bodens aufgelöst, und so dem ungedüngten Felde zugeführt wurde, und finde es sehr natürlich, daß dadurch auch den nicht gedüngten benachbarten Pflanzen ein sichtbarer Nutzen erwuchs. Sie sehen daraus, daß auch diesen und ähnlichen Fällen die verlangte Beweiskraft abgeht.

Weit mißlicher für mich, weil unbedingt für Sie sprechend, scheint die Beobachtung Davy's zu sein, und ich kann mir denken, wie Sie voller Erwartung sind, zu hören, was die neue Theorie der Düngung, welche eine künstliche Zufuhr der atmosphärischen Nahrungsmittel für die Zwecke der Kultur als durchaus überflüssig betrachtet, zu diesem Falle sagen wird.

Wie Sie aus der ausführlichen Mittheilung des Davy'schen Versuches gesehen haben, so überzeugte sich dieser Gelehrte durch einen Vorversuch, daß sich während der Zersetzung

Digitized by Google

der angegebenen Menge Düngers innerhalb dreier Tage 21 Kubikzoll gasförmige Kohlensäure und ein Loth Flüssigkeit bildete, welche etwas essigsaueres und kohlensaueres Amoniak enthielt. Als er nun eine gleiche Menge Dünger der freiwilligen Zersetzung in einem zweiten Versuche überließ, und sah, daß während der Woche, als wie lange er die Graswurzeln der Einwirkung der genannten Zersetzungsprodukte unterwarf, der Graswuchs des so gedüngten Grases im Vergleiche mit dem übrigen Grase viel üppiger sich zeigte, so war der Schluß, daß die Ursache dieser größeren Ueppigkeit in den von ihm künstlich hinzugebrachten Substanzen liege, vollkommen in der Ordnung. Allein Davy brachte nicht blos Kohlensäure und Ammoniaksalze, sondern auch noch beinahe ein Loth Wasser hinzu. Wenn nun Davy behauptet, daß die Kohlensäure und das Ammoniak das Wirksame gewesen, ich dagegen, daß der Grund der Wirksamkeit seines Verfahrens in dem Lothe Wasser zu suchen sei, so möchte ich doch jetzt wissen, wo in diesem Versuche Davy's das Beweiskräftige liege. Wenn ich nämlich als bewiesen voraussetzen darf, daß zur Bildung einer bestimmten Menge von Grassubstanz eine bestimmte Menge von unorganischen Bestandtheilen des Bodens nöthig sei, welche von Seiten des wachsenden Grases mittels der Wurzeln aufgenommen werden müssen; und wenn ferner eine solche Aufnahme an Bodenbestandtheilen von Seiten der Pflanzen nur dadurch möglich wird, daß Wasser vorhanden ist, in welchem sich diese Bodenbestandtheile auflösen können (die Pflanze nimmt ja nichts Festes, sondern nur in Wasser Gelöstes auf), so müssen Sie mir ohne Widerrede zugestehen, daß das bei diesem Versuche hinzugebrachte Wasser möglichen Falles eine bestimmte Menge von in Wasser löslichen und den Graspflanzen als Nahrungsmittel dienenden Bodenbestandtheilen aufgelöst haben konnte, wodurch natürlich den dem Versuche unterliegenden

Digitized by Google

Graspflanzen während der Zeit des Versuches mehre Nahrungsmittel von Seiten des Bodens zugeführt wurden, als den übrigen Graspflanzen des Gartens. Man wende mir nicht ein, daß ein Loth Wasser zu wenig gewesen sei, um so viel Bodenbestandtheile aufzulösen und den Pflanzen zuzuführen, als zur Hervorbringung einer augenfälligen Wirkung auf die Vegetation des Grases nothwendig waren. Ein solcher Einwand wäre im vorliegenden Falle rein aus der Luft gegriffen. Denn erstens müßte bekannt sein, um wie viel die von Davy gedüngten Graspflanzen in dem Zeitraume einer Woche üppiger gewachsen waren, als die nicht gedüngten (man findet aber nichts Dergleichen von Davy angegeben, was als Maßstab dienen könne), und zweitens, wenn man dieses „um wie viel" ermittelt hätte, so läge dem Einwendenden noch ob, zu beweisen, daß in dem Boden, welchen Davy in beschriebener Weise düngte, nicht so viel in Wasser lösliche Bestandtheile vorhanden gewesen seien, als daß ein Loth Wasser im Stande war, eine hinreichende Menge zu lösen (allein auch die Bodenbeschaffenheit ist völlig unbekannt, da Davy dieselbe mit keiner Sylbe erwähnt). Kann man aber diesen beiden Anforderungen nicht entsprechen (und ich zeigte soeben, daß und warum man es nicht kann), so werden Sie begreiflich finden, daß der obige Einwand gar nicht zu beachten ist, man müßte denn im Stande sein zu beweisen, daß Gras überhaupt ohne Bodenbestandtheile zu wachsen vermöge, oder daß es während der ganzen Zeitdauer des Davy'schen Versuches geregnet habe, in welchem Falle von einer absonderlichen Wirkung des künstlich hinzugebrachten Lothes Wasser allerdings wohl kaum mehr die Rede sein dürfte.

So, meine Herren, und nicht anders verhält sich die wahre Sachlage! — Sie erkennen deutlich, daß sich beide Parteien auf wirkliche Beobachtungen und praktische Erfahrungen, und zwar, was nicht unwichtig ist, genau auf die nämlichen

Digitized by Google

stützen; der einzige Unterschied besteht nur darin, daß ein und dieselbe Thatsache verschieden erklärt wird. Unter solchen Umständen bleibt nichts übrig, als den verschiedenen Parteien aufzugeben, ihre Behauptungen zu beweisen, und zwar möchte dabei folgender Maßen zu verfahren sein.

Um den Beobachtungen Nr. 1. diejenige Beweiskraft zu verschaffen, wodurch die Wirkung des Humus, als in einer reichlicheren Darreichung der Kohlensäure an die Kulturpflanzen bestehend, außer Zweifel gestellt würde, müßten Versuche angestellt werden, wo man mit völlig aschenfreiem Humus düngte, da mir nur auf solche Weise die oben abgegebene Erklärung, daß in dem angeführten Falle der Humus nur durch seinen Aschengehalt wirksam war, völlig abgeschnitten würde. Natürlich müßten diese Versuche auf einem Boden angestellt werden, der bereits Alles, wessen die Pflanze zu ihrer kräftigen Entwickelung von seiner Seite bedarf (es sind dies der neueren Theorie gemäß nur die Aschenbestandtheile), reichlich besitzt, da es ja nur darauf ankommt, nachzuweisen, daß durch künstliche Vermehrung des Kohlenstoff- oder Kohlensäuregehaltes in der Pflanzenumgebung, also durch „atmosphärische Düngung", der Ertrag gesteigert werden könne. Ferner wäre dabei auf die Form der in dem Boden bereits vorhandenen Aschenbestandtheile Rücksicht zu nehmen; und zwar wäre darauf zu sehen, daß diese Form eine solche sei, bei welcher diese Aschenbestandtheile in bloßem Wasser löslich sind. Denn gesetzt den Fall, es befinden sich Solche darunter, die in reinem Wasser entweder gar nicht oder nur sehr schwer, in kohlensäurehaltigem Wasser aber sehr leicht löslich wären (beiläufig bemerkt, ein sehr häufiges Vorkommen), so würde natürlich durch die von Seiten des Humus gebildete und mit der Feuchtigkeit des Bodens verbundene Kohlensäure eine reichlichere Zufuhr solcher Aschenbestandtheile und sonach eine kräftigere Ernährung der mit solchem

Digitized by Google

aschenfreien Humus gedüngten Pflanzen vermittelt, was, wie Sie sämmtlich einsehen, zu Täuschungen in Betreff der aus diesen Versuchen zu folgernden Schlüsse Anlaß geben kann.

Die Gegenpartei würde ohne Weiteres behaupten, sie habe durch diese Versuche bewiesen, daß vermehrte Zuführung von bloser Kohlensäure (unter übrigens für die Kultur günstigen Bodenverhältnissen) zur direkten Ernährung der Pflanzen beigetragen habe, während doch ganz offenbar in dem gegebenen Falle die Kohlensäure des Humus nur das Mittel abgab, wodurch den mit Humus gedüngten Pflanzen mehr Aschenbestandtheile zugeführt wurden, als den nicht mit Humus gedüngten. Damit also diesen Versuchen der verlangte Beweis innewohne, so muß vorher nachgewiesen werden, daß die im Boden vorhandenen unorganischen Pflanzennahrungsmittel eine Form besitzen, welche sie in reinem, sowie in kohlensauerem Wasser in gleichem Grade löslich macht; denn sollte sich jetzt eine günstige Wirkung der Humusdüngung auf die Vegetation herausstellen, so könnte diese begreiflich nur auf Rechnung der Kohlensäure des Humus, welche zur direkten Ernährung der Pflanzen verwendet worden wäre, zu bringen sein. — Solche Versuche sind aber noch von Niemandem angestellt worden, und es geht daraus hervor, daß die betreffende Behauptung der Gegenpartei, bis jetzt wenigstens, für Nichts weiter als für eine „grundlose" Behauptung zu halten sei.

Ganz anders hätte die andere Partei, welcher ich selbst angehöre, zu verfahren. Um nämlich zu beweisen, daß nur der Gehalt des Humus an unorganischen Substanzen, also an den sogenannten Boden- oder Aschenbestandtheilen, das wesentlich Wirksame bei den unter Nr. 1. zusammengestellten Fällen gewesen sei, wäre der Versuch so anzustellen, daß man die künstlich dargestellten Salze des Humus etwa in der Form von Holz- oder Strohasche, zur Düngung eines Bodens, der übrigens, wie bei dem Versuche

Digitized by Google

der Gegner, gleichfalls bereits Alles enthält, wessen die Pflanze von Seiten des Bodens bedarf, verwendete, und nun abwartete, ob dadurch für die so gedüngten Pflanzen, im Vergleiche mit nicht gedüngten Pflanzen, ein merkbarer Vortheil erzielt werden könnte. Wäre dies in der That der Fall, so versteht es sich von selbst, daß die Behauptung meiner Partei keine grundlose, sondern eine bewiesene ist. — Derartige Erfahrungen liegen aber bereits in Menge vor, und Ihnen Allen ist die günstige Wirkung der genannten Aschen aus Ihrer eigenen Praxis hinlänglich bekannt, so daß es nicht erst nöthig ist, solche Versuche anzustellen, um den Beweis dieser gegentheiligen Behauptung zu führen.

Ich behaupte also nochmals, daß man den bis jetzt vorliegenden praktischen Erfahrungen gemäß die direkt pflanzenernährende Wirkung des Humus nur in seinem Gehalte an unorganischen Substanzen suchen dürfe, und daß selbst in den Fällen, wo man etwa eine günstige Wirkung durch völlig salzfreien Humus erzielen sollte (solche Fälle existiren aber bis jetzt noch nicht), noch immer nicht ohne Weiteres von einer Wirkung, als durch den bloßen Kohlenstoffgehalt des Humus hervorgebracht, zu sprechen habe, da möglichen Falles in so gedüngtem Boden unorganische Pflanzennahrungsmittel vorhanden sein konnten, deren Aufnahme von Seiten der Pflanzen in Folge ihrer Form nur durch Kohlensäure, welche also hier die Rolle eines „indirekt ernährenden Düngungsmittels" spielt (vgl. die Eintheilung der Düngungsmittel Seite 258.), vermittelt ward. In allen solchen Fällen wird es möglich sein, diese Wirkung des Humus zu ersetzen, indem man die Form dieser Bodenbestandtheile ändert, und Sorge trägt, sie im bloßen Wasser löslich zu machen, wodurch auch ohne Humus und ohne daraus hervorgegangene Kohlensäure für die Zwecke der Kultur das Gleiche erreicht, und bewiesen wird, daß „atmosphärische Düngung" überflüssig ist.

Was die unter Nr. 2. gedachten Erfahrungen betrifft, von

Digitized by Google

denen gleichfalls nachgewiesen wurde, daß ihnen keine Beweiskraft, weder für die eine, noch für die andere Ansicht, zuzuerkennen sei, so würden auch in dieser Beziehung Versuche angestellt werden müssen, um diesen Uebelstand zu beseitigen.

Hier wäre nun von Seiten meiner Gegenpartei etwa so zu verfahren, daß man einen Boden, der bereits Alles enthält, was die Pflanzen von Seiten desselben brauchen, noch außerdem mit stickstoffhaltigen Substanzen, die jedoch völlig frei von Aschenbestandtheilen sein müßten, also etwa mit Harnstoff oder dergleichen, düngte, und nun zusähe, ob so gedüngte Pflanzen besser gedeihen, als Pflanzen derselben Art, welche unter sonst völlig gleichen Bedingungen mit jenen wachsen, nur mit der abeinigen Ausnahme, daß sie nicht mit der erwähnten stickstoffhältigen Substanz gedüngt wurden. Bei einem solchen Versuche müßte es sich sehr bald finden, ob die Düngung mit Harnstoff oder einer ähnlichen Substanz, die ja die Pflanzenumgebung mit atmosphärischen Nahrungsmitteln (ins Besondere mit Ammoniak) reichlicher zu versehen beabsichtigte, als es die bloße atmosphärische Luft zu thun vermag, von Nutzen wäre oder nicht. Allein bis jetzt ist an solche Versuche nicht im Entferntesten gedacht worden, so daß also auch in dieser Beziehung der Behauptung der Gegenpartei aller und jeder auf praktische Erfahrung gestützter Halt fehlt.

Oder will man mir etwa die Versuche Bousfingault's, oder die imponirende Tabelle Payen's (es werden darin beinahe 150 verschiedene Düngungsmittel aufgeführt) als in dieser Angelegenheit entscheidend entgegenhalten? — Ich vermuthe, meine Herren, Sie glauben so etwas; und da man allerwärts, selbst da, wo es am Wenigsten paßt, Berufungen auf diese Versuche und Tabellen vernehmen muß, so lassen Sie mich gleich hier die Gelegenheit benutzen, die genannten Erfahrungen und Untersuchungen auf ihren wahren Werth zurückzuführen, obschon

Digitized by Google

es weit schicklicher wäre, derselben erst in dem Abschnitte, der über die animalische Düngung handeln soll, zu gedenken.

Bousſingault hat nämlich durch Versuche gezeigt, daß der Gehalt des Weizenmehles an stickstoffhaltiger Substanz, also an dem sogenannten Kleber, ein um so größer sei, je stickstoffhaltiger die Substanzen gewesen, mit welchen man den Weizen düngte. So fand er z. B., daß auf freiem Felde erbaute Weizenkörner etwas über 14 Prozent stickstoffhaltige nähere Pflanzenbestandtheile enthielten, während dieselbe und zwar gleichzeitig, aber in stark gedüngtem Gartenboden, angebaute Weizenart beinahe 22 Prozent solche stickstoffhaltige Bestandtheile in ihren Körnern zeigte.

Er bestätigte dadurch die älteren Versuche Hermbstädt's, welcher schon früher einmal das Mehl vom Weizen, der mit an stickstoffhaltigen Substanzen verschieden reichen Düngungsmitteln gedüngt worden war, untersucht und gefunden hatte, daß bei Düngung mit Menschenharn das Weizenmehl 35 Prozent Kleber enthielt, während es bei Düngung mit Kuhmist nur 12 Prozent und auf gar nicht gedüngtem Boden nur 9 Prozent Kleber besaß. Aus diesen Versuchen ist nun gefolgert worden, daß der Stickstoffgehalt des Düngungsmittels von entschiedenem Einflusse auf den Reichthum des Stickstoffgehaltes der erbauten Pflanzen sei, und es scheint demnach, daß ja durch diese Versuche der von mir verlangte Gegenbeweis geliefert worden sei. Allein dies scheint nur so. Denn denken Sie sich einmal die Möglichkeit, daß die Bildung stickstoffhaltiger näherer Pflanzenbestandtheile, also z. B. des Klebers, abhängig sei von dem Vorhandensein eines bestimmten Gehaltes des Bodens an phosphorsaueren Salzen (wir werden später auf diesen Gegenstand zurückkommen), so wird sich sehr natürlich die Menge des gebildeten Klebers nach der Menge der phosphorsaueren Salze der angewendeten Düngungsmittel oder des ursprünglichen Bodengehaltes richten müssen. Da

Digitized by Google

nun in den stickstoffhaltigen Düngungsmitteln, wie man sie bisher verwendete, stets phosphorsauere Salze enthalten waren, so lassen sich die Versuche Bousstngault's und Hermbstädt's, ohne deren Glaubwürdigkeit im Mindesten bestreiten zu wollen, ebenso gut anders erklären; denn wenn nachgewiesen werden kann, daß mit Kuhmist, im Verhältnisse zu den übrigen Aschenbestandtheilen, weniger phosphorsauere Salze herbeigeschafft werden, als mit Menschenharn, so versteht es sich von selbst, daß der Klebergehalt des Weizenmehles, wo mit Kuhmist gedüngt ward, geringer sein muß, als da, wo Menschenharn angewendet wurde, und es fällt somit abermals die auf solche Versuche gegründete gegentheilige Behauptung über den Haufen.

Was endlich die oben erwähnte Tabelle Payen's, welche neuerdings veröffentlicht worden ist,*) anlangt, so ist es in diesem Augenblicke durchaus nicht an der Zeit, ihren praktischen Werth zu beurtheilen; vielmehr handelt es sich einfach darum, zu untersuchen, ob aus ihr derjenige Beweis genommen werden kann, der ja jetzt geliefert werden soll. Wenn ich nun verlangt habe, man solle mir auf Grund praktischer Erfahrungen zeigen, daß der Stickstoffgehalt der Düngungsmittel bei dem Wachsthume der so gedüngten Kulturpflanzen von Einfluß sei, und wenn man bei näherer Untersuchung der Tabelle findet, daß die gesammten Angaben der Wirksamkeit stickstoffhaltiger Düngungsmittel sich nur auf Rechnungen, keineswegs aber auf wirkliche Erfahrungen stützen, so ist die ganze Tabelle schon um deßhalb völlig unbrauchbar; eben weil jetzt „praktische Erfahrungen", nicht aber „Rechnungen" verlangt werden. Allein sie würde für unseren Fall selbst dann noch unbrauchbar sein, wenn sie

*) Vergl. Conference sur la fabrication et l'essai des engrais, faite par M. Payen, in dem Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Novembre 1845.

Digitized by Google

sich wirklich auf praktische Erfahrungen stützte, weil mir immer noch der Einwand, die mit diesen Düngungsmitteln hinzugebrachten Aschenbestandtheile, nicht aber der Stickstoffgehalt, bedingen ihren Werth, unbenommen bleibt. Man ersieht z. B. aus dieser Tabelle, daß eine Düngung mit wollenen Lumpen einen größeren Effekt hervorbringen solle, als eine dem Gewichte nach gleich starke Düngung von Hornspähnen, und zwar, wie in der Tabelle angegeben wird, weil trockene wollene Lumpen mehr Stickstoff enthalten, als ein gleiches Gewicht trockener Hornspähne. Allein ich habe mich durch einen Versuch überzeugt, daß wollene Lumpen beinahe dreimal so viel Aschenbestandtheile enthalten, als Hornspähne,

(100 Theile wollene Lumpen geben 1,44 Asche
„ „ „ Hornspähne „ 0,52 „)

und wenn ich bei näherer Untersuchung fand, daß diese Aschen lediglich aus phosphorsaueren Salzen bestanden, so läßt sich, unter der Voraussetzung, daß die Bildung stickstoffhaltiger näherer Pflanzenbestandtheile von dem Vorhandensein phosphorsauerer Salze im Boden abhänge, die größere Wirkung der wollenen Lumpen (vorausgesetzt, sie wäre wirklich durch Payen bewiesen worden) recht wohl erklären, ohne daß man gezwungen ist, den Stickstoffgehalt des Düngungsmittels in Anschlag zu bringen.

Wie aber hätte denn meine Partei zu verfahren, um die Behauptung, daß nur die Aschenbestandtheile der bisher zur Düngung angewendeten stickstoffhaltigen Düngungsmittel die günstige Wirkung hervorbrachten, zu beweisen? Nun, auf keine andere Art, als daß man einen Theil eines Feldes, dessen Boden bereits Alles enthält, wessen die Pflanze von seiner Seite bedarf, noch mit einer gewissen Menge künstlich dargestellter Aschenbestandtheile der festen und flüssigen thierischen Excremente düngte, und nun abwartete, ob die so gedüngten Kulturpflanzen besser gediehen, und namentlich, ob sie mehr stickstoffhaltige

Digitized by Google

nähere Pflanzenbestandtheile, also z. B. mehr Kleber, enthielten, als die auf dem nicht gedüngten Theile dieses Feldes wachsenden Pflanzen derselben Art. In einem solchen Falle würden ja den gedüngten Pflanzen durch die Düngung nur Aschenbestandtheile und zwar vorwaltend phosphorsauere Salze, nicht aber stickstoffhaltige Substanzen zugeführt, und es liegt auf der Hand, daß, wenn sie unter solchen Verhältnissen mehr stickstoffhaltige nähere Pflanzenbestandtheile produziren, die Ursache dieses „Mehr" in der größeren Menge phosphorsauerer Salze liege, durch welche die gedüngten Pflanzen veranlaßt wurden, der Atmosphäre mehr stickstoffhaltige Nahrungsmittel zu entziehen, als die nicht gedüngten, obschon beiden von Seiten der Atmosphäre das Gleiche geboten ward. Nun ist zwar meines Wissens der Versuch in solcher Weise bis jetzt noch nicht angestellt worden, allein gewisse andere praktische Erfahrungen lassen mit Grund vermuthen, daß der Versuch, wenn man ihn wirklich anstellen wollte, jedenfalls günstig ausfallen werde. Man hat nämlich bereits vielfache Gelegenheit gehabt zu beobachten, daß unter gewissen Bedingungen der Gesammtertrag eines Feldes an Getreide durch Düngung mit bloser Knochenasche, also mit einer Substanz, welche keinen Stickstoff enthält, gesteigert werden konnte. Nun liegt aber doch meiner Meinung nach der Schluß sehr nahe, das der Stickstoffgehalt des Düngers mit dem Ertrage der Ernte nichts zu thun habe, weil wir sehen, daß dieser stickstoffhaltige Dünger durch stickstofffreien Dünger ersetzt werden kann; es muß daher die bisher erkannte Wirksamkeit des stickstoffhaltigen Düngers in etwas Anderem als in dem Stickstoffe liegen, und ich glaube, obschon auf Umwegen, nachgewiesen zu haben, daß dies nur die Salze und zunächst die phosphorsaueren Salze sein können.

Endlich die unter No. 3 zusammengefaßten Beobachtungen anlangend, so scheint es mir in Betreff ihrer völlig nutzlos zu

Digitized by Google

sein, mich auf eine Erörterung derjenigen Versuche, welche zur Beweisführung der einen oder der anderen Behauptung angestellt werden müßten, einzulassen. Von Seiten meiner Partei müßte natürlich durch den Versuch bewiesen werden, daß Salzlösungen im Boden, sowie vorhandenes Wasser für die Vegetation nützlich wären. Diese Beweise sind aber längst schon durch die bisherige Praxis geführt worden, und neue Versuche wären deßhalb völlig überflüssig.

In dem Vorstehenden, meine Herren, haben Sie gesehen, daß meine ursprünglich theoretische Behauptung:

„eine künstliche Zufuhr von Kohlensäure und Ammoniak durch Düngung sei überflüssig",

mit den bisher gemachten praktischen Erfahrungen nicht im Mindesten im Widerspruche stehe; ja Sie haben sich überzeugt, daß die bisherige Praxis sogar Mancherlei an die Hand giebt, was als Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung gelten kann. Da es nun mein fester Vorsatz ist, Ihnen nur durch die Erfahrung Bestätigtes, oder der praktischen Erfahrung doch nicht Widersprechendes vorzulegen, so ist begreiflich, daß ich von diesem Vorsatze auf eine ganz unverantwortliche Weise abgegangen wäre, wenn ich hätte behaupten wollen: „eine künstliche Zufuhr von Kohlensäure und Ammoniak durch Düngung sei für die Zwecke der Kultur nothwendig." Ich würde damit eine Behauptung gewagt haben, bei welcher mir weder Theorie noch Praxis zur Seite gestanden hätte.

Verstatten Sie mir jetzt, am Schlusse unserer heutigen Unterhaltung, noch ein paar Worte über die wahre Bedeutung des Ausdruckes: „ein Boden steht in guter Kultur," da auch dieser Umstand dazu beitragen wird, Ihnen die Ueberzeugung zu verschaffen, daß es nicht der Kohlenstoff und Stickstoff der Düngung sein kann, welche die kohlenstoff- und stickstoffhaltigen näheren Pflanzenbestandtheile bilden, so daß man es daher bei

Digitized by Google

der Düngung nur mit der Herzuschaffung der Boden- d. h. Aschenbestandtheile zu thun hat, und es den Pflanzen ruhig überlassen kann, sich den nöthigen Stickstoff und Kohlenstoff aus der Atmosphäre anzueignen.

Man hat nämlich in Frankreich folgende Versuche angestellt.

Es wurden in fünf auf einander folgenden Perioden oder Umläufen, unter Beachtung möglichst angemessener Fruchtfolge und gleichzeitiger Anwendung von animalischer Düngung, verschiedene Feldfrüchte geerntet, und zwar in nachstehender Reihenfolge.

In der ersten, fünf Jahre umfassenden Periode wurden auf vier Morgen Landes (preußisch = zwei Acker sächsisch = eine Hektare französisch) erbaut: an Kartoffeln, Weizen, Klee, Weizen, Steckrüben, Hafer in Summa 80836 Pfund, wozu 98172 Pfund Dünger angewendet worden waren. Da aber bei diesem Gewichte, des Düngers sowie der geernteten Pflanzen, alle diejenige Feuchtigkeit mit eingeschlossen ist, die stets im Dünger, so wie er verwendet wird, und theilweise in den Pflanzen, so wie sie geerntet werden, in sehr veränderlicher Menge enthalten ist, so trocknete man Dünger und Pflanzen bei gleichen Temperaturen in gleicher Weise aus, und suchte nun das Gewicht, wobei sich denn ergab, daß man dem Gewichte nach mehr geerntet hatte, als Dünger hinausgefahren worden war, indem man jetzt nur 35582 Pfund trockene Ernte und nur 20322 Pfund trockenen Dünger, mithin einen Mehrertrag von 15260 Pfund erhielt. Die weitere Untersuchung zeigte aber ferner, daß mit den geernteten Pflanzen 16766 Pfd. Kohlenstoff, 1946 Pfund Wasserstoff, 14346 Pfund Sauerstoff, 501 Pfund Stickstoff und 2022 Pfund Aschenbestandtheile gewonnen worden waren, während man mit dem Dünger nur 7275 Pfund Kohlenstoff, 853 Pfund Wasserstoff, 5343 Pfund Sauerstoff und 406 Pfund Stickstoff, dagegen

Digitized by Google

aber 6544 Pfund Aschenbestandtheile zugeführt hatte, woraus hervorgeht, daß 9491 Pfund Kohlenstoff und 95 Pfund Stickstoff mehr, allein 4522 Aschenbestandtheile weniger geerntet wurden, als im Dünger enthalten waren.

Ebenso verhält es sich in der zweiten, ebenfalls fünf Jahre umfassenden Periode, wo von gleichem Flächenraume Runkelrüben, Weizen, Klee, Weizen, Rüben, Hafer zusammen 34956 Pfund in trockenem Zustande geerntet wurden, während der verwendete Dünger, gleichfalls in trockenem Zustande, nur 20322 Pfund betrug. Im dritten, sechs Jahre umfassenden Umlaufe erntete man an Kartoffeln, Weizen, Klee, Weizen, Steckrüben, Erbsen, Roggen zusammen 46660 Pfund, der verwendete Dünger betrug aber nur 24384 Pfund. Im vierten, drei Jahre umfassenden Umlaufe blieb im ersten Jahre das Land in der Brache liegen, in den beiden anderen Jahren erntete man jedoch auf einander folgend Weizen, und zwar zusammen 16772 Pfund, der Dünger betrug 8280 Pfund.

Im letzten Umlaufe endlich, wo in zwei auf einander folgenden Jahren die Erdbirne (Helianthus tuberosus) erbaut wurde, erntete man zusammen als Knollen und Stengel, Alles im trockenen Zustande, 71124 Pfund, der Dünger dagegen betrug nur 18816 Pfund.

Stellen wir jetzt Alles zu einer Tabelle zusammen, so ergiebt sich:

	als Gesammtertrag.	bei Düngerverwendung.	mithin Mehrertrag.
im ersten Umlaufe	35582 Pfund	20322 Pfund	15260 Pfund
im zweiten "	34956 "	20322 "	14634 "
im dritten "	46660 "	24384 "	22276 "
im vierten "	16772 "	8280 "	8492 "
im fünften "	71124 "	18816 "	52308 "

und zwar hat bei Keinem dieser Umläufe der Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff des Düngers zugereicht, um

Digitized by Google

dem Bedarf der Pflanzen zu decken, da in allen Fällen ein größeres Gewicht dieser Körper bei der Ernte gewonnen wurde, als mit dem Dünger auf das Feld gekommen war. Der Mehrertrag dieser verschiedenen Körper betrug, wie folgt:

	Mehrertrag an:			
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.
im ersten Umlaufe	9491 Pfd.	1093 Pfd.	11103 Pfd.	95 Pfd.
im zweiten "	9110 "	1059 "	8775 "	102 "
im dritten "	13171 "	1513 "	12518 "	219 "
im vierten "	5023 "	569 "	4643 "	9 "
im fünften "	25239 "	3138 "	27121 "	172 "

während der Aufwand an Aschenstandtheilen, die mit dem Dünger herzugebracht wurden, überall weit größer war, als der Gewinn dieser Aschenbestandtheile in der Ernte, so daß dadurch eine offenbare Bereicherung des Feldes an solchen Aschenbestandtheilen in Folge der durch fünf Umläufe hindurch fortgesetzten Kultur nothwendig entstehen mußte, welchen Umstand, ohne jedoch den Grund genau zu wissen, man längst schon kannte, und mit „in guter Kultur stehen" bezeichnete, weil jetzt, selbst ohne Düngung, einige Zeit hindurch Ernten von diesen Feldern genommen werden können, bis endlich nach Verbrauch dieses nach und nach mit der Düngung hinzugeführten Ueberschusses Erschöpfung des Bodens eintritt. Im vorliegenden Falle wurden nämlich solche Aschenbestandtheile folgendermaßen mit der Düngung den Feldern zugeführt, und mit den Ernten hinweggenommen:

	mit der Düngung herzugebrachte Aschenbestandtheile.	mit der Ernte hinweggenommene Aschenbestandtheile.	im Boden verbliebene Aschenbestandtheile.
im ersten Umlaufe	6544 Pfund	2022 Pfund	4522 Pfund
im zweiten "	6544 "	2131 "	4413 "
im dritten "	7851 "	2706 "	5145 "
im vierten "	2666 "	913 "	1753 "
im fünften "	6058 "	2494 "	3364 "

Digitized by Google

wonach also in Summa nach Ablauf von 21 Jahren, als welchen Zeitraum alle fünf Umläufe umfaßten, 19197 Pfund Aschenbestandtheile dem Boden verblieben, welche, wie wir gesehen haben, nur in Folge der Kultur (guten Düngung) dahin gelangten, und in Gemeinschaft mit denjenigen, welche während dieser Zeit durch die stets stattfindende Verwitterung des Bodens sich gebildet hatten, wohl im Stande sein werden, eine Zeit hindurch selbst ohne Zufuhr von Dünger den Anbau von Kulturpflanzen zu erlauben.

Digitized by Google

Siebenzehnte Vorlesung.

Die vegetabilische Düngung.

Die grüne Düngung. — Die Humusdüngung. — Die Aschendüngung.

Obschon die dem Pflanzenreiche entlehnten Düngungsmittel selten für sich allein, sondern gewöhnlich gemeinschaftlich mit animalischen Düngungsmitteln angewendet werden, so halte ich es doch für zweckmäßig, sie in einem besonderen Abschnitte zu behandeln, weil wir nur so im Stande sind, uns ein deutliches Bild von der Art ihrer Wirksamkeit zu verschaffen; und da je nach den Umständen bei der bisherigen landwirthschaftlichen Praxis bald ganze Pflanzen oder Pflanzentheile in noch unzersetztem Zustande zur Düngung verwendet werden, bald ganze Pflanzen oder Pflanzentheile, nachdem sie mehr oder weniger der Verwesung und Fäulniß unterlegen haben, bald nur die nach völliger Zerstörung der Pflanzensubstanz zurückbleibenden Aschenbestandtheile, so gedenke ich mich bei der nachfolgenden Besprechung der hierher gehörigen Gegenstände dieser Verschiedenheit der Verwendung so viel als möglich anzuschmiegen. Wir können daher, je nachdem die eine oder die andere Art der Düngung ausgeführt wird, wohl auch die schon üblichen Benennungen: „grüne Düngung", „Humusdüngung" und „Aschendüngung" beibehalten, und ich glaube im Stande zu sein, alles

Digitized by Google

Das, was auf vegetabilische Düngung Bezug hat, unter diesen drei Rubriken beizubringen.

Grüne Düngung.

In ihrer vollsten Ausdehnung wird die grüne Düngung nicht eben häufig ausgeführt, und wo es geschieht, da verwendet man kaum etwas Anderes als Buchweizen dazu (vergl. S. 225), indem man ihn zur Brachezeit aussäet und, noch ehe er zur Samenreife gelangt ist, wieder unterackert.

Die Ansichten der Herren Oekonomen sind über die Vortheilhaftigkeit dieser Art der Düngung zwar sehr getheilt, indem viele Erfahrungen vorliegen, wo die aufgewendete Arbeit und die gehabte Auslage in keiner Weise durch den Effekt der späteren Ernte aufgewogen wurde, allein darin scheinen sie sämmtlich übereinzustimmen, daß dadurch eine Humusbildung vorbereitet werde, durch welche eine günstige Wirkung auf spätere Ernten, dafern eine solche wirklich stattfinden sollte, einzig und allein zu erklären sei. Ich denke indessen, eine günstige Wirkung der grünen Düngung läßt sich auch ohne Berücksichtigung der Humusbildung erklären, wie ich im Nachstehenden zu zeigen bemüht sein werde.

Wenn ich von dem Umstande ganz absehe, daß der Buchweizen zur Brachezeit ausgesäet wird, zu einer Zeit also, während welcher ohnedies schon in Folge der Verwitterung eine Bereicherung des Feldes an gewissen Bodenbestandtheilen, die einer späteren Getreideernte zu Gute kommen, stattfindet, und sogar davon ganz absehe, daß mit dem Samen des Buchweizens eine nicht zu verachtende Menge von Aschenbestandtheilen in den Boden des Feldes gebracht wird, die ebenfalls als Bereicherung des Bodens angesehen werden muß, (der Same des Buchweizens enthält 1,52 Prozent Aschenbestandtheile, die nach

Digitized by Google

Wiegmann und Polstorff in 100 Theilen folgendermaßen zusammengesetzt sind:

im Wasser lösliche Substanzen	54	Kali, Natrum, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor, Kalk
in Salzsäure lösliche Substanzen	36	Magnesia, Thonerde, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Kohlensäure
Rückstand	10	Kieselsäure)

und einer späteren Getreideernte, insbesondere ihrem Gehalte an Phosphorsäure zu Folge, nützlich werden kann, so ist doch noch ein anderer Umstand nicht zu übersehen, der wesentlich beizutragen im Stande ist, die Fruchtbarkeit des Bodens zu erhöhen; ich meine nämlich die Heraufförderung gewisser Bodenbestandtheile aus tieferen Schichten des Bodens in die höher gelegenen Schichten.

Ich machte Sie schon bei früherer Gelegenheit darauf aufmerksam, daß nicht alle Pflanzen ihre Wurzeln zu gleicher Tiefe in den Erdboden einsenken, und daß namentlich die Getreidearten sich begnügten, ihre Wurzeln nur in den obersten Schichten des Bodens zu verbreiten, weßhalb denn auch nur die hier vorliegenden Salze u. s. w. von Seiten dieser Pflanzen aufgenommen werden können; Alles, was tiefer liegt, und sei es noch so aufnehmbar, bleibt unberührt, weil die Wurzeln nicht bis dahin reichen. Wird nun eine Pflanze, deren Wurzeln tiefer als Die der Getreidepflanzen eindringen, auf einem solchen durch vorhergegangenen Getreidebau an seiner Oberfläche erschöpften Felde angebaut, so kann es natürlich nicht fehlen, daß die tieferen Bodenschichten die zum üppigen Wachsthume der ange-

Digitized by Google

bauten Pflanze nöthigen Bodenbestandtheile darreichen werden: und trage ich Sorge, daß diese Pflanzen nicht geerntet, sondern, nachdem sie sich mehr oder weniger entwickelt haben, untergeackert werden, so gelangen die der Tiefe entnommenen Aschenbestandtheile der Blätter, Stengel und wohl auch der Wurzeln dieser Pflanzen dadurch in die obersten Schichten des Bodens, wo sie in Folge der endlich stattfindenden Verwesung und Fäulniß dieser grünen Pflanzentheile in Freiheit und in einen Zustand versetzt werden, in welchem sie von anderen Pflanzen aufgenommen werden können. Freilich ist dabei nicht zu verkennen, daß in der Mehrzahl der Fälle bei der Verwendung des Buchweizens, der zu denjenigen Pflanzen gehört, die ihre Wurzeln tiefer einsenken, als die Cerealien, hauptsächlich solche Bodenbestandtheile aus tieferen Erdschichten in die obersten versetzt werden, die dem späteren Getreide nicht viel nützen, da schon oben gezeigt worden ist, daß der Buchweizen wesentlich andere Bedürfnisse nach Aschenbestandtheilen habe, als die Getreidearten, da er eine entschiedene Kalkpflanze ist, während die Cerealien zu den Kieselpflanzen gehören; allein wenn man sich den Fall denkt, daß die Oberfläche eines Feldes zwar eine genügende Menge Kieselsäure, allein eine ungenügende Menge phosphorsauerer und schwefelsauerer Kalk- und Kalisalze besitzen kann, und sich überlegt, daß die Cerealien, obschon Kieselpflanzen, doch auch die Anderen der genannten Salze, wiewohl nur in untergeordneter Menge, im Boden vorfinden müssen, wenn sie gedeihen sollen (vergl. die Zusammensetzung der Aschen der Kieselpflanzen S. 193), so läßt sich begreifen, wie in diesem Falle die grüne Düngung mittels Buchweizens durch Herbeischaffung der mangelnden phosphorsaueren und schwefelsaueren Kalk- und Kalisalze den Cerealien nützen könne. Das übrigens bei der Verwesung der untergeackerten grünen Buchweizenpflanzen sich Humus bilden müsse, kann nicht geläugnet

Digitized by Google

werden, daß aber dieser Humus als solcher von den späteren Cerealien nicht zu ihrer Nahrung verwendet werden könne, ist gewiß und in früheren Mittheilungen ausreichend bewiesen worden. Es wird sich durch seine fernere Zersetzung Kohlensäure bilden, von der allein man annehmen kann, daß sie den Cerealien nützlich sei, obwohl nach Dem, was in dem Abschnitte „über die atmosphärische Düngung" beigebracht worden ist, dieser Nutzen höchstens darin bestehen dürfte, daß durch diese Kohlensäure die Verwitterung der Bodenbestandtheile beschleunigt wird, wodurch also ein gewisses Quantum unorganischer Nahrungsmittel in kürzerer Zeit in eine für die nachfolgende Kulturpflanze aufnehmbare Form gelangt, als es vielleicht ohnedies der Fall gewesen wäre. Freilich wird dabei vorausgesetzt, daß solche verwitterbare Bodenbestandtheile überhaupt vorhanden sind.

Fassen wir jetzt alles auf grüne Düngung Bezügliche zusammen, so halten wir uns zu dem Ausspruche berechtigt, daß der direkte Nutzen, den sie schafft, ein nur sehr geringer und durch andere Verfahrungsweisen mit weit größerer Leichtigkeit zu erreichender sei, und daß ein indirekter Nutzen nur in der gleichzeitigen Anwendung der Brache und des Fruchtwechsels begründet sein kann, da man bei Anwendung der grünen Düngung nicht unmittelbar Getreide auf Getreide, also Kieselpflanze auf Kieselpflanze, folgen läßt, sondern eine Kalkpflanze dazwischen schiebt. Uebrigens ist, was von dem Buchweizen gilt, auch auf die neuerdings empfohlene grüne Düngung mit Lupinen und dergleichen Brachpflanzen anzuwenden.

Humusdüngung.

Das, was ich unter dieser Rubrik zu besprechen habe, schließt sich zum Theile der soeben abgehandelten grünen Düngung sehr eng an, indem der Nutzen, den man von dem Anbaue der

Digitized by Google

Esparsette, der Luzerne und dergleichen Brachpflanzen steht, deren Blätter und Stengel man zwar abmäht und zum Futter verwendet, deren Wurzeln und theilweise auch Stengel dagegen im Boden verbleiben und noch grün untergeackert werden, in derselben Weise seine Erklärung findet, wie bei der grünen Düngung gezeigt wurde, indem auch hier die gleichzeitig stattfindende Brache, der Fruchtwechsel, die Heraufhebung der tiefer gelegenen Bodenbestandtheile, sowie die durch die gebildete Kohlensäure beschleunigte Verwitterung nicht ausgeschlossen bleiben, Umstände, deren jeder allein schon vermag, eine günstige Wirkung dieser Art von Düngung herbeizuführen. Ich übergehe daher diese Gegenstände mit Stillschweigen, und werde hier nur von der reinen Humusdüngung sprechen, d. h. von der Art von Düngung, wo speziell Sorge getragen wird, daß Pflanzen oder Pflanzentheile, im Zustande der Verwesung begriffen, also als Humus, auf das Feld gelangen. Vorzugsweise verwendet man zu dieser Humusdüngung das Stroh der Getreidearten, die Stengel einer Menge anderer Kulturpflanzen, die man als Viehfutter nicht brauchen konnte, z. B. des Tabakes und dergleichen, endlich das abgefallene Laub der Bäume, überhaupt allerlei vegetabiliche Abgänge, die einen anderen Nutzen nicht weiter zu verschaffen vermögen; und obschon diese vegetabilische Humusdüngung gewöhnlich nicht rein ins Werk gesetzt wird, indem man in der Mehrzahl der Fälle thierischen Dünger absichtlich beimischt, oder doch dessen Beimischung in Folge des früheren Gebrauches, den man von diesen Pflanzentheilen machte, nicht ausschließen konnte, z. B. beim Strohe, das als Streu für das Vieh diente, so denke ich doch nicht, daß uns dieser Umstand bei unseren Betrachtungen wesentlich stören soll, vielmehr hoffe ich, Ihnen die Wirkung des Strohes beim Stallmiste (vegetabilischer und animalischer Dünger mit einander gemengt) um so ersichtlicher zu machen,

Digitized by Google

je mehr ich im Stande sein werde, alles Andere, was den Kulturpflanzen bei dieser gemischten Düngung nützlich sein kann, von unseren kritischen Untersuchungen der Humusdüngung fern zu halten.

Um nun den richtigen Gesichtspunkt, von welchem aus diese Art der Düngung betrachtet werden muß, gleich an die Spitze des jetzt Mitzutheilenden zu stellen, so erlaube ich mir vor allen Dingen, Sie an Dasjenige zu erinnern, was in Betreff des Humus in Folge unserer bisherigen Besprechungen, besonders in der sechsten Vorlesung, ermittelt wurde. Da sahen wir denn, wie der vegetabilische Humus durch den Akt der Verwesung aus allerlei Pflanzen und Pflanzentheilen entstand, wie dabei Kohlensäure und geringe Mengen von Ammoniak gebildet wurden, und wie es ganz natürlich sei, daß ein jeder Humus diejenigen Salze enthalte, und nach seiner endlichen vollständigen Zerstörung zurücklasse, welche als Asche zurückgeblieben wären, wenn man die Pflanze, aus welcher sich der Humus bildete, verbrannt hätte, anstatt sie der Verwesung zu überlassen. Es ist daher ein vegetabilischer Humus ohne Aschenbestandtheile nicht denkbar, und alle Schlußfolgerungen, welche man bisher aus der Wirkung des Humus ohne Berücksichtigung dieser Aschenbestandtheile gemacht hat, sind, wie in der letzten Unterhaltung ausführlicher gezeigt ward, trügerisch und mindestens bis jetzt noch durch Nichts bewiesen.

Den Beweis des Salzgehaltes des Humus zu liefern, hält nicht schwer, und ich theile Ihnen ein paar Humusuntersuchungen von Sauffure mit, nach denen sich ergab, daß Humus, entstanden durch Verwesung von Eichenholz, 4 Prozent Asche bei der Verbrennung hinterließ, sowie ein Humus, der durch Verwesung der Abfälle einer Art des Alpenröschens (Rhododendron ferrugineum) entstanden war, 14 Prozent Asche zurückließ, welche folgende prozentische Zusammensetzung zeigte:

Digitized by Google

Kohlensaueres Kali	14
Salzsaueres Kali	23
Schwefelsaueres Kali	16
Phosphorsauere Erden	17,25
Kohlensauere Erden	21,50
Kieselsäure	3,25
Eisen, Mangan und Verlust . . .	5,00

Ebenso würde es aber auch mit dem aus Stroh, Laub oder sonstigen Pflanzentheilen entstandenen Humus der Fall sein; stets würde man bei seiner Einäscherung dieselben Salze als Asche erhalten, die man bei der direkten Verbrennung dieser Pflanzentheile zurückbleiben sieht.

Bei so bewandten Umständen sehen Sie also, daß, indem vegetabilischer Humus irgend einer Art zur Düngung verwendet wird, natürlich allemal die Salze der Pflanze, aus welcher der Humus gebildet ward, ihre gleichzeitige Verwendung erhalten, und daß es sehr unrecht sein würde, wollte man diesen Salzgehalt bei Beurtheilung der Wirkung des Humus außer Acht lassen. Liegt ja doch nachweislich gerade in diesen Salzen die wesentliche Wirksamkeit des Humus bei der Düngung begründet, während die gebildete Kohlensäure (und die geringe Menge frei werdenden Ammoniakes) von keinem Belange ist, wie theils aus dem früher bereits Mitgetheilten, theils aber auch aus gewissen anderen Betrachtungen, die lediglich der praktischen Erfahrung entlehnt sind, noch besonders hervorgeht. Bekanntlich haben nämlich nicht alle Humusarten in Betreff ihrer düngenden d. h. pflanzenernährenden Eigenschaften die gleiche Kraft, eine Behauptung, in Betreff welcher mir jeder praktische Oekonom gewiß beistimmen wird, da er sehr wohl weiß, daß die verschiedenen Humusarten einen höchst ungleichen Werth besitzen. Liegt nun aber die Wirksamkeit dieser Humusarten als Düngungsmittel in der bei ihrer fortdauernden Zersetzung entweichenden Kohlensäure (die geringen Mengen von

Digitized by Google

Ammoniak können in der That bei dem vegetabilischen Dünger ganz übersehen werden), dann ist gar nicht zu begreifen, woher diese große Verschiedenheit des Werthes als Düngungsmittel rühre, da diese Verschiedenheit in keinerlei Verbindung mit dem verschiedenen größeren oder geringeren Kohlenstoffgehalte des zur Düngung verwendeten Humus gebracht werden kann. Anders gestaltet sich dagegen die Sache, wenn die Wirksamkeit dieser Humusarten durch die enthaltenen Salze bedingt ist, denn dann sieht man klar, warum z. B. das Stroh der Getreidearten einen so hohen Düngerwerth für zu erbauendes Getreide hat, da es ja alle diejenigen Aschenbestandtheile besitzt, die dem Halme der zukünftigen Cerealien von Seiten des Bodens nöthig sind. Der Humus, aus einer Kieselpflanze entstanden, wird als Düngungsmittel seinen höchsten Werth nur für Kieselpflanzen, der Humus aus Kalkpflanzen nur für Kalkpflanzen u. s. w. haben, und was in dieser Beziehung von Seiten der Praxis längst in Erfahrung gebracht worden ist, Das wird durch die neue Theorie der Düngung, die sich von der alten Humustheorie vollständig lossagt, abermals bestätigt. Sie stellt als Grundsatz auf, daß die Hauptwirkung der vegetabilischen Humusdüngung nur durch den Aschengehalt des Humus erklärt werden kann (der schon öfter erwähnten Nebenwirkung der Kohlensäure als die Verwitterung befördernd nicht zu gedenken), hat nach sorgfältiger Prüfung der dahin einschlagenden praktischen Erfahrungen keine solchen kennen gelernt, die der von ihr ausgesprochenen Ansicht widerstreiten, und erwartet ruhig den Beweis von Seiten der Herren Humustheoretiker, daß nicht die Salze des Humus, sondern sein Kohlen- und Stickstoffgehalt dünge, einen Beweis, der, wie in der letzten Unterhaltung zur Genüge gezeigt wurde, bis jetzt noch nicht existirt.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich Sie noch auf den nach-

Digitized by Google

theiligen Einfluß aufmerksam machen, welchen das nicht selten ausgeführte Aufsammeln des gefallenen Laubes der Bäume, das sogenannte „Streulesen", auf das zukünftige Gedeihen der Wälder nothwendig haben muß, und theilweise auch schon recht merkbar ausgeübt hat. Wenn Sie sich nämlich entsinnen wollen, was früher schon (Seite 182) in Betreff des großen Aschengehaltes der Blätter, im Vergleiche mit dem Holze, mitgetheilt ward, so werden Sie leicht ermessen können, welche große Menge von Bodenbestandtheilen, die nach der Verwesung des Laubes dem Waldboden zurückgegeben worden und einer späteren Baumgeneration zu Statten gekommen wäre, alljährlich mit diesem aufgesammelten Laube entfernt wird, welchen Verlust man weit größer anzuschlagen berechtigt ist, als denjenigen, welchen der Boden durch das weggeschlagene an Gewicht (im Vergleiche mit dem Laube) weit mehr betragende Holz erleidet. Dieser Unfug, denn als solchen muß man es geradezu betrachten, ist um so befremdlicher, als man auf der einen Seite sich möglichst bemüht, die Forstkultur zu heben, und doch auf der anderen Seite eine so offenbare Schmälerung derjenigen Bedingungen gestattet, die allein im Stande sind, einen gedeihlichen Zustand der Waldungen zu erhalten; denn sonderbarer Weise nimmt man den Wäldern dadurch gerade Das, was für sie der beste Dünger ist, um einen Dünger für andere Kulturpflanzen zu erhalten, für welche er einen nur sehr untergeordneten Nutzen sowohl der Theorie, als wie der Erfahrung nach besitzt. Doch Dies blos beiläufig.

Aschendüngung.

Wenn ich in Vorstehendem zu entwickeln suchte, daß die Humusdüngung nur dadurch einen Sinn erhalte, daß aller Humus Aschenbestandtheile besitze, welche der zu düngenden

Digitized by Google

Kulturpflanze als Nahrungsmittel dienen können, so liegt von dem theoretischen Gesichtspunkte aus die Vermuthung sehr nahe, daß es wohl so ziemlich gleichgiltig sein werde, ob man diese Aschenbestandtheile, welche bei der Düngung dem Boden einverleibt werden sollen, in ihrer Verbindung mit der bereits zu Humus umgewandelten Pflanzensubstanz anwendet, und dann abwartet, bis nach völliger Zerstörung des Humus diese Salze in Freiheit gesetzt worden sind, oder ob man sie in Gestalt der wirklichen Asche, die man durch direktes Verbrennen der Pflanzensubstanzen erhielt, aufs Feld bringt. In der That wird diese theoretische Vermuthung durch mancherlei praktische Erfahrungen sehr unterstützt, indem nicht wenige Fälle bekannt sind, wo man Pflanzensubstanzen behufs der Gewinnung einer zur Düngung zu verwendenden Asche absichtlich verbrennt, oder wo man die Aschen, welche bei der zu anderen Zwecken unternommenen Verbrennung von Pflanzensubstanzen zurückblieben, mit gutem Erfolge zur Düngung verbraucht. Die Verbrennung des Kartoffelkrautes auf dem Felde und das Ausbreiten der Asche ist wenigstens in unserer Gegend eine häufige Erscheinung, sowie die günstige Wirkung der Holzasche, der Salzrückstände bei den Seifensiedereien, der Torf-, Braunkohlen- und Steinkohlenasche als Düngungsmittel, insbesondere für Gras, eine längst bekannte ist, und sich zur Bestätigung der eben ausgesprochenen Ansicht trefflich eignet. Man wird daher in Zukunft, wenn man sonst keine besonderen Gründe*) dazu hat,

*) Diese besonderen Gründe können nur in der mechanischen Wirkung des Humus bedingt sein, unter denen, abgesehen von den sonstigen in der sechsten Vorlesung erwähnten mechanischen Eigenschaften des Humus, hauptsächlich das langsame Freiwerden dieser im Humus enthaltenen Aschenbestandtheile zu nennen ist, wodurch eine sehr ökonomische Darreichung derselben an die Pflanzen, die deren bedürfen, veranlaßt wird.

Digitized by Google

das Freiwerden dieser Aschenbestandtheile in Folge des sich langsam zersetzenden Humus nicht abzuwarten brauchen, sondern sich mit demselben Vortheile der durch Verbrennung erhaltenen Asche bedienen können, wie ich noch durch ein recht schlagendes Beispiel zu belegen im Stande bin. „In der Nähe von Heidelberg", so liest man in Liebig's Chemie, „haben die Holzschläger die Vergünstigung, nach dem Schlagen von Lohholz den Boden zu ihrem Nutzen bebauen zu dürfen. Dem Einsäen des Landes geht unter allen Umständen das Verbrennen der Zweige, Wurzeln und Blätter voran, deren Asche dem darauf wachsenden Getreide zu Gute kommt. Der Boden selbst, auf welchem die Eichen wachsen, ist in dieser Gegend Sandstein, und wenn auch der Baum hinreichende Menge von Alkalien und alkalischen Erden für sein eigenes Bestehen in dem Boden vorfindet, so ist er dennoch unfruchtbar für Getreide in seinem gewöhnlichen Zustande."

Hat man aber endlich die Wirksamkeit der Aschendüngung anerkannt, so hält es nicht schwer, einzusehen, daß, wenn man dergleichen Pflanzensubstanzen, die man in Humus sich umwandeln lassen oder direkt zu Asche verbrennen kann, nicht zur Hand hat, und doch der Vortheile der vegetabilischen Düngung theilhaftig werden will, daß, sage ich, man in diesem Falle sich wohl auch gewisser chemischen Präparate wird bedienen können, die fabrikmäßig so hergestellt zu werden vermögen, daß sie wohlfeil, leicht transportirbar und nach Bedürfniß der oder jener Pflanzenasche möglichst ähnlich sind. Ich deute diesen Gegenstand hier nur an, um Ihnen zu zeigen, wie man, von der Wissenschaft geleitet, von Stufe zu Stufe von der reinen vegetabilischen Düngung zu der Düngung mit künstlich dargestellten Düngesalzen aufsteigt, und berufe mich auch bei dieser Bemerkung auf gewisse Erfahrungen Ihrer bisherigen Praxis,

Digitized by Google

denen zu Folge Sie die Wirksamkeit solcher künstlich erzeugten Salze theilweise schon kennen gelernt haben. Ein Mehres davon in dem späteren Abschnitte, welcher sich mit der mineralischen Düngung speziell beschäftigen soll.

Indem ich hier schließe, denke ich nicht, daß eine Wiederholung Dessen, was in Betreff der vegetabilischen Düngung heute vorgebracht wurde, nöthig ist. Nur einen einzigen Punkt wollte ich noch hervorheben, der zugleich geeignet ist, den Werth oder Unwerth der Düngung mit vegetabilischen Substanzen überhaupt festzustellen Wenn nämlich in den meisten Fällen und vorzugsweise in der Absicht gedüngt wird, um ein kräftigeres Wachsthum der Getreidearten zu erzielen, so liegt auf der Hand, daß durch die vegetabilischen zur Düngung verwendeten Substanzen ein im Boden vorhandener Mangel gerade solcher Bodenbestandtheile, welche dem Getreide absolut nothwendig sind, gedeckt werden muß. Fehlen nun einem Boden, auf welchem Getreide gebaut werden soll, z. B. die phosphorsaueren Salze, so ist gewiß, daß die vegetabilische Düngung von keiner Bedeutung sein werde, weil alle diejenigen Pflanzentheile, die man möglicher Weise zu nichts Besserem, als zum Dünger verwenden kann, nur geringe Mengen von phosphorsaueren Salzen enthalten. Weit mehr schon wird die vegetabilische Düngung an ihrem Platze sein, wenn es dem Boden an schwefelsaueren Salzen fehlt. Am Vortrefflichsten ist sie aber ohne Zweifel dann, wenn es gilt, kieselsauere Salze herbeizuschaffen, und zwar wird kein Pflanzentheil im Stande sein, das Stroh jeglicher Art an düngender Wirksamkeit zu übertreffen. Man kann daher füglich behaupten, daß unter allen vegetabilischen Düngungsmitteln das Stroh den höchsten Düngwerth besitze, weil es im Stande ist, die fehlenden kieselsaueren Salze dem daran Mangel leidenden Boden auf die einfachste Art wie-

Digitized by Google

derzuerstatten, durch welche Behauptung jedoch der oben aufgestellten Ansicht, daß man die vegetabilische Substanz auch des Strohes durch chemische Präparate ersetzen könne, begreiflicher Weise nicht der mindeste Eintrag geschieht, dafern nur vorausgesetzt wird, daß diese Präparate der Strohasche möglichst ähnlich seien, d. h. wesentlich aus kieselsauerem Kali, und zwar in einer für die Pflanze aufnehmbaren Form, bestehen.

Digitized by Google

Achtzehnte Vorlesung.

Die animalische Düngung.

(Allgemeines über den Aschengehalt der thierischen Substanzen. — Mistdüngung. — Poudrette. — Knochendüngung. — Düngung mit verschiedenen anderen thierischen Substanzen. — Düngung mit Harn. — Guano.)
Anhang. (Düngung mit salpetersauren Salzen und mit Ammoniaksalzen.)

Meine Herren!

Um den geeigneten Standpunkt zu gewinnen, von welchem aus die Lehre der animalischen Düngung zu beurtheilen ist, müssen Sie mir schon verstatten, daß ich einiges auf die Ernährung der Thiere im Allgemeinen Bezügliche vorausschicke.

Vorerst nämlich bedarf es durchaus keiner besonderen Schärfe des Nachdenkens, um einzusehen, daß alle Stoffe, welche wir in Beziehung auf die Ernährung des Thieres mit dem allgemeinen Namen der Nahrungsmittel bezeichnen, ihren eigentlichen Ursprung im Pflanzenreiche haben; denn selbst in jenen Fällen, wo ein reißendes Thier nur von dem Fleische und dem Blute anderer Thiere lebt, lehrt doch die genaue Untersuchung der wirklichen Sachlage, daß diese einem Thierkörper zunächst entnommenen Nahrungsmittel nichts destoweniger ursprünglich dem

Digitized by Google

Pflanzenreiche angehörten. Sie wissen so gut, als ich es weiß, daß es unzählige Thiere giebt, welche zur Erhaltung ihres Lebens nur der vegetabilischen Nahrung bedürfen, und es ist nicht dem mindesten Zweifel unterworfen, daß die elementaren Bestandtheile ihres Blutes, ihres Fleisches, ihrer Knochen, kurz aller Theilen ihres Körpers von den verzehrten Pflanzen abstammen. Wir dürfen daher mit Rücksicht auf diese Abstammung die genannten Thierstoffe für nichts Anderes als für veränderte Pflanzenstoffe halten, und es ist einleuchtend, daß ein Mensch z. B., indem er ein Stück Rindfleisch ißt, streng genommen nur die Bestandtheile von Heu, Stroh, Kartoffeln und dergleichen, obschon in einem sehr veränderten Zustande, in seinen Körper bringt; der Mensch benutzte im vorliegenden Falle den Körper des Ochsens nur als eine passende Vorrichtung, durch welche ein gewisses Quantum vegetabilischer, für einen menschlichen Magen jedoch nicht sehr zuträglicher Nahrungsmittel in eine verdauliche Form gebracht wurde.

Wenn es demnach als erwiesen betrachtet werden kann, daß bei der Ernährung des Thieres eigentlich nichts weiter geschieht, als daß vegetabilische Substanzen in animalische Substanzen umgewandelt werden, und wenn ferner bekannt ist, daß es kein vegetabilisches Nahrungsmittel ohne Aschenbestandtheile giebt, so versteht es sich ja wohl von selbst, daß bei der Einführung der Nahrungsmittel in den thierischen Körper die Aschenbestandtheile derjenigen Pflanzen, von denen die genossenen Nahrungsmittel direkt oder indirekt herrührten, keineswegs ausgeschlossen bleiben. Sie sind die ganz unzertrennlichen Begleiter der in den thierischen Organismus gebrachten vegetabilischen Nahrungsstoffe, und nehmen nachweislich an der Bildung der näheren Bestandtheile des Thierkörpers wesentlichen Antheil, von welcher Thatsache Sie sich durch einige Beispiele überzeugen mögen.

Digitized by Google

100 Theile der Asche nachstehend verzeichneter Thierstoffe*) enthalten:

	Menschenblut.	Frauenmilch.	Kuhmilch.	Menschenknochen.	Ochsenknochen.
Kali	2,84	9,89	17,90		
Natrum	45,77	11,80	10,77	1,03	1,98
Kalk	2,30	30,18	24,52	48,67	43,41
Magnesia	1,26	4,08	3,02	0,82	1,15
Eisenoxyd u. Mangan,	Spur.	Spuren.	0,61	Spuren.	Spuren.
Chlor	36,08	7,42	16,28	0,91	1,78
Fluor				1,51	2,24
Schwefelsäure	3,49				
Phosphorsäure	8,26	36,63	26,90	47,03	49,44
Kieselsäure					Spuren.

Denn sehen Sie jetzt von allem Anderen, was sich etwa aus den Resultaten dieser chemischen Untersuchungen sonst noch folgern läßt, ab, so ist doch so viel unzweifelhaft, daß nicht etwa, wie Sie vielleicht geglaubt haben, nur die Knochen Asche zurücklassen, sondern daß derselbe Fall auch bei anderen Thiersubstanzen, wie z. B. bei dem Blute und der Milch stattfindet, obschon die Menge der in den Knochen enthaltenen Aschenbestandtheile weit größer ist, als bei irgend einem anderen näheren Bestandtheile des Thierkörpers. (Die Knochen enthalten im trockenen Zustande 70 Prozent Aschenbestandtheile, während Milch und Blut noch kein halbes Prozent aufzuweisen haben.)

*) Die Untersuchung der „Menschenblutasche" rührt von Marchand her, und zwar sind die von mir hier mitgetheilten Zahlenwerthe das Mittelresultat von vier Analysen, nachdem die Kohlensäure bereits abgezogen war; die Asche der „Frauenmilch" wurde von Pfaff und Schwartz untersucht; die Untersuchung der „Kuhmilchasche" haben wir Haidler zu verdanken; die angeführte Untersuchung endlich „der Menschen- und Ochsenknochenasche" wurde von Berzelius ausgeführt (die Berechnung auf 100 hat bei beiden Aschen ebenfalls erst nach Abzug der Kohlensäure stattgefunden).

Digitized by Google

Wenn Sie sich nun bei näherer Besichtigung dieser Aschenbestandtheile überzeugen, daß Ihnen nur alte Bekannte entgegentreten (denn da ist keiner darunter, von welchem nicht schon früher, als wir die Aschenbestandtheile der Pflanzen untersuchten, die Rede gewesen wäre), so scheint jeder Zweifel über die etwaige Abkunft dieser Körper gehoben. Die thierischen Aschenbestandtheile sind nichts Anderes, als die in den Thierkörper übergeführten Aschen der vegetabilischen Nahrungsmittel; und obschon sich nachweisen läßt, daß diese Aschen für den Bestand der thierischen Oekonomie in gleicher Weise nothwendig sind, als dies in Betreff der Bodenbestandtheile mit Rücksicht auf den Bestand der Pflanzen nachgewiesen ward, so kann uns doch in diesem Augenblicke die weitere Ausführung dieses Punktes nicht kümmern; genug, daß wir das Vorhandensein derselben im Thierkörper kennen.

Denn insofern wir bereits früher ersehen haben, daß den vegetabilischen Substanzen aller Art, wenn dieselben zur Düngung verwendet wurden, nur dadurch eine Wichtigkeit und Bedeutung inne wohnte, als sie Aschenbestandtheile enthielten, so liegt es jetzt, nachdem wir uns von dem Aschengehalte der thierischen Substanzen überhaupt, sowie von der gleichartigen Beschaffenheit dieser Aschen im Vergleiche mit der Asche der Pflanzen ins Besondere überzeugt haben, sehr nahe, auch die Wichtigkeit der animalischen Düngungsmittel in ihrem Aschengehalte zu suchen. Und wenn wir ferner bei der speziellen Betrachtung der vegetabilischen Düngungsmittel fanden, daß den verschiedenen dahin gehörigen Substanzen wegen der Verschiedenheit ihres Aschengehaltes auch ein verschiedener Werth zukomme, so ist es ganz in der Ordnung, zu vermuthen, daß das Gleiche wohl auch bei den animalischen Düngungsstoffen der Fall sein werde, vorausgesetzt daß der Aschengehalt der verschiedenen Thierbestandtheile ebenfalls ein verschiedener sei.

Digitized by Google

Es wird weiter unten der passende Ort sein, zu zeigen, wie gegründet eine solche Vermuthung ist; hier nur noch eine kurze Darlegung des Kreislaufes, welchen die ursprünglich dem Boden unserer Felder angehörigen Aschenbestandtheile der Pflanzen durch den Körper des Thieres hindurch machen, ehe sie wieder in den Boden, woher sie stammen, zurückgelangen. Eine solche Darlegung mag um so nützlicher erscheinen, als Ihnen dabei die verschiedenen Wege, welche die einzelnen Bestandtheile der Pflanzen im Thierkörper bei dessen Ernährung einschlagen, offenbar werden, und als Sie nur so zu der gewünschten Kenntniß derjenigen Thiersubstanzen, welche der Größe oder der Art ihres Aschengehaltes wegen für Düngungszwecke den höchsten Werth haben müssen, auf die sicherste Weise gelangen.

Verfolgen wir nämlich die zur Nahrung eines Thieres verwendeten Pflanzen oder Pflanzentheile auf ihrem Wege durch den Thierkörper, so findet es sich, daß die Bestandtheile der verzehrten Pflanzen zu mancherlei Zwecken in der Haushaltung des thierischen Körpers gebraucht werden. Die kohlenstoffhaltigen Bestandtheile derselben finden ihre Hauptverwendung zur Unterhaltung des Athmungsprozesses und zur Erzeugung der thierischen Wärme; sie verwandeln sich dabei in Kohlensäure und Wasser, wodurch also der Kohlenstoff dieser Pflanzenbestandtheile in Form von Kohlensäure an die Atmosphäre wieder abgegeben wird, woher ihn die Pflanzen ebenfalls in der Form von Kohlensäure, wie wir dies in der achten Vorlesung zeigten, ursprünglich entnahmen. Der Stickstoff der stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile, nachdem er den Zwecken der thierischen Ernährung gedient hat, wird ebenfalls von Seiten des Thierkörpers wieder ausgeschieden (und zwar zunächst im Harne in der Form von Harnstoff, Harnsäure u. s. w.), verwandelt sich durch Zersetzung der genannten Körper in Ammoniak, und wird zuletzt der Atmosphäre wieder beigemengt,

Digitized by Google

woher ihn die Pflanzen, und zwar gleichfalls in der Form von Ammoniak, entlehnten, wie in der neunten Vorlesung nachgewiesen ward. So kehrt denn Alles, was die Pflanzen der Atmosphäre entnahmen, und was für eine kürzere oder längere Zeit in Form eines näheren Thierbestandtheiles in dem Thierkörper festgehalten wurde, endlich in die Atmosphäre wieder zurück, auf welchen Kreislauf Sie aufmerksam zu machen, ich schon früher Gelegenheit nahm. — Diejenigen Bestandtheile endlich, welche die Pflanze dem Boden entzog, und welche mit der vegetabilischen Nahrung gleichfalls in den Thierkörper gelangten, können mit Rücksicht auf die Wege, welche sie dabei einschlagen, füglich in zwei Klassen gebracht werden; in solche, die, ohne in die Blutmasse aufgenommen zu werden, den Darmkanal des Thieres durchwandern, und mit den festen Excrementen als Mist oder Koth aus dem Thierkörper wieder austreten, und in solche, die in das Blut übergehen, eine Menge näherer Thierbestandtheile, z. B. Milch, Fleisch, Knochen u. s. w., bilden helfen, und bei dem fortdauernden Stoffwechsel mit dem Harne wieder abgeschieden werden. Sammeln wir daher den Koth und den Harn der lebenden Thiere, so sind wir endlich in dem Besitze aller derjenigen unorganischen Bestandtheile gelangt, welche die Pflanzen dem Boden entnahmen, und die wir jetzt im Stande sind dahin wieder zurückzugeben. Werden ferner die gemästeten Thiere von Menschen gegessen, so liegt auf der Hand, daß dadurch nichts geändert wird. Die Verwendung der thierischen Substanzen sammt ihren Aschenbestandtheilen, die ja ursprünglich den Pflanzen angehörten, ist bei der Ernährung des Menschen im menschlichen Körper dieselbe; die Aschenbestandtheile gehen nicht verloren, sie machen nur einen etwas längeren Weg (aus dem Boden in die Pflanze, aus der Pflanze in das Thier, aus dem Thiere in den Menschen, von dem Menschen in den Boden), so daß man

Digitized by Google

etwas länger warten muß, ehe man ihrer habhaft werden kann. Im Kothe und Urine des Menschen erhält man sie wieder, und selbst die in den Knochen des Menschen aufgespeicherten phosphorsaueren Salze, die durch das übliche Begraben der Menschen der gemeinsamen Zirkulation aller anderen Pflanzenbestandtheile oft sehr lange Zeit entzogen werden, gehen nicht unter, sie müssen doch endlich dahin zurückkehren, woher sie abstammten; der Knochen zerfällt zu Staub, und findet seine Verwendung früher oder später bei der Ernährung neuer Pflanzen- oder Thiergenerationen.

Was endlich die Verwendung der rein vegetabilischen Substanzen zur Ernährung des Menschen anlangt, so gilt von ihr Dasselbe, was soeben in Betreff der Ernährung der Thiere gezeigt wurde. Die Verwendung der kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der vegetabilischen Nahrung verhält sich hier genau so, wie dort, und ebenso treffen wir auch hier die unorganischen Bestandtheile der zur Nahrung verbrauchten Pflanzen, die sogenannten Aschenbestandtheile, unter doppelten Verhältnissen an, indem ein Theil derselben ohne Weiteres den Darmkanal passirt, und mit dem Kothe wieder aus dem Körper entfernt wird, während ein anderer Theil, in die Masse des Blutes aufgenommen, zu mancherlei Verrichtungen in der Oekonomie des menschlichen Körpers, wie bei der Ernährung des Thieres gezeigt ward, dient, und mit dem Harne endlich austritt. Sammelt man daher die festen und flüssigen Excremente des Menschen, so ist man auch hier im Besitze der Aschenbestandtheile der direkt verzehrten Pflanzen, und kann sie dem Felde, dem sie entnommen wurden, wiedergeben. Wollen Sie, meine Herren, einen Vergleich zulassen, den ein geistreicher Mann aufstellte, so können Sie den Körper des Thieres, sowie des Menschen nicht unpassend mit einem Ofen vergleichen, in welchem vegetabilische Substanzen direkt oder indirekt (wenn

Digitized by Google

nämlich die vegetabilische Substanz schon früher, indem sie zur Ernährung eines Thieres diente, in animalische Substanz umgewandelt und nun in dieser Form verzehrt ward) verbrannt werden, und wo nach Art unserer Stubenöfen Alles in Gasform entweicht, mit Ausnahme der unorganischen Aschenbestandtheile, die bei den Stubenöfen in Form von wirklicher Asche auf dem Verbrennungsherde zurückbleiben, und bei dem thierischen Ofen mit dem Kothe und Harne aus dem Körper wieder ausgestoßen werden.

Gestatten Sie mir, ehe wir weiter gehen, daß ich Sie vor allen Dingen mit den Resultaten der chemischen Untersuchung einiger Kothe und Harne bekannt mache, damit ihnen die Richtigkeit der vorstehenden Bemerkungen ohne Weiteres einleuchte.

100 Theile der Asche nachstehend verzeichneter Thier-Excremente enthielten nach Abzug der Kohlensäure

	Pferdekoth	Pferdeharn	Kuhkoth	Kuhharn	Menschenkoth	Menschenharn
Kali . . } Natrum . }	—	62,57	1,14	57,30	32,29	47,90
Kalk . . .	13,88	23,92	6,78	5,24	11,25	3,44
Magnesia . .	14,47	—	4,08	—	4,69	
Eisen u. Mang.	—	—	0,47	—	—	—
Chlor . .	—	13,33	—	20,98	11,84	10,76
Fluor . .	—	—	—	—	—	—
Schwefelsäure	—	—	2,02	10,49	7,14	21,40
Phosphorsäure	28,04	—	14,42	5,99	22,02	16,50
Kieselsäure .	43,61	—	71,09	—	10,86	—

(Der frische Pferdekoth, nach Fütterung des Pferdes mit Hafer, Stroh, Heu, enthielt 6 Prozent Asche, deren chemische Untersuchung von Jackson angestellt ward; den Pferdeharn dagegen, der nicht ganz 3 Prozent Asche ergab, untersuchte Vauquelin. Der frische Kuhkoth, nach Fütterung der Kuh mit Kartoffeln, Bohnen, Stroh, Heu, enthielt ebenfalls ungefähr 6 Prozent Asche, welche von Haidler untersucht ward; der Kuh-

Digitized by Google

harn enthielt noch nicht ganz 3 Prozent Asche, welche von Brande einer Analyse unterworfen wurde. Die Untersuchung des Menschenkothes endlich rührt von Berzelius, Die des Menschenharnes von Lehmann her, und zwar enthielt der Koth 15 Prozent, der Harn dagegen nur ungefähr 2 Prozent Asche.)

Sie ersehen aber aus vorstehenden Analysen, nicht allein daß die Asche von Koth und Harn nur Körper enthalten, welche Sie bereits ohne Ausnahme als solche kennen gelernt haben, die von den Kulturpflanzen aus dem Boden des Feldes entnommen werden, sondern es kann ihnen bei anzustellender Vergleichung dieser durch die chemische Untersuchung gewonnenen Resultate nicht entgehen, daß, ganz abgesehen von den Unterschieden zwischen dem Kothe und Harne verschiedener Thiere, der wesentlichste Unterschied wohl ohne allen Zweifel zwischen dem Harne und dem Kothe eines und desselben Thieres stattfindet. Denn obschon z. B. die aufgeführten drei Kotharten in Betreff des Gehaltes an Kieselsäure sehr von einander abweichen, so scheint mir doch der Unterschied zwischen der Asche des Harnes und Kothes noch viel bezeichnender, indem wir in dem Harne einen so außerordentlich großen Gehalt an Alkalien, Chlor und Schwefelsäure finden, an Stoffen, welche, den vorstehenden Analysen*) zu Folge, man im Kothe entweder gar nicht oder doch in

*) Die vorstehend mitgetheilte Analyse des Pferdeharnes läßt Vieles zu wünschen übrig. Man vermißt nämlich in ihr die Phosphorsäure und Schwefelsäure, in Betreff welcher Säuren triftige Gründe vorliegen, welche deren Vorhandensein im Harne des Pferdes eben so nöthig machen, als im Harne des Menschen und der Kuh. Brande hat denn auch von seiner Seite bei Untersuchung des Pferde-, sowie Eselharnes Phosphorsäure gefunden, was ich selbst bestätigen kann. Ueberhaupt ist die große Mehrzahl der älteren Harnanalysen für unsere jetzigen Zwecke beinahe gar nicht zu brauchen, weil bei derartigen älteren Untersuchungen man sich immer mehr oder weniger von der Ansicht leiten ließ, daß die Salze, welche als Asche erhalten werden konnten, unwesentliche Bestandtheile des Harnes seien (die höchstens bei gewissen Krankheiten der Menschen und Thiere ein Interesse er-

Digitized by Google

viel geringerer Menge antrifft, während man umgekehrt im Kothe bedeutende Mengen von Kieselsäure, Phosphorsäure, Kalk und Magnesia bemerkt, also Stoffe, die im dazu gehörigen Harne entweder gar nicht oder doch in viel geringerer Menge enthalten sind.

Nachdem wir uns im Vorstehenden von dem eigentlichen Zwecke unserer heutigen Unterhaltung ziemlich entfernt haben so wird es, um ihm wieder näher zu kommen, nützlich sein, das bis jetzt Erörterte nochmals zusammenzufassen, und Ihnen möglichst bündig in kurzen Sätzen hinzustellen. Diese würden aber folgendermaßen lauten:

Alle Pflanzen bedürfen gewisser Bestandtheile des Bodens, ohne deren Vorhandensein an eine völlige Entwickelung der Pflanzen nicht zu denken ist.

Alle Nahrung der Menschen und Thiere stammt direkt oder indirekt aus dem Pflanzenreiche.

Der Koth und Harn der Thiere enthält die sämmtlichen Aschenbestandtheile der direkt oder indirekt (als Fleisch) verzehrten Pflanzen.

Durch Einverleibung des Kothes und Harnes in den Boden giebt man dem Felde diejenigen Bestandtheile wieder, welche ihm die Pflanzen entzogen.

---

langten, wo sie sich in Form steinartiger Conkretionen als Harnsteine in der Harnblase anhäuften), während man offenbar den Harnstoff, die Harnsäure und dergleichen organische Verbindungen als die bei Weitem wichtigeren Bestandtheile des Harnes betrachten zu müssen glaubte. Daß man sich in Betreff der Wichtigkeit des Harnes bei seiner Verwendung zur Düngung im Irrthume befindet, wenn man sich solchen Ansichten hingiebt, leuchtet zu sehr ein, als daß ich nöthig hätte, darüber mich weitläufiger auszulassen; denn während nicht der mindeste Beweis vorliegt, daß die organischen Bestandtheile des Harnes der Vegetation von Nutzen sein können, so ist dies mit Rücksicht auf die Aschenbestandtheile längst bewiesen. (Vgl. den Abschnitt „die atmosphärische Düngung.")

Digitized by Google

Der Koth enthält vorzugsweise den Kalk, die Magnesia, die Phosphorsäure, und die Kieselsäure; der Urin dagegen die Hauptmasse der Alkalien, sowie des Chlors und der Schwefelsäure.

Lehnen wir uns bei den nachfolgenden Betrachtungen der animalischen Düngung an diese, wie ich hoffe, unbestreitbaren Sätze, und erlauben Sie mir, daß ich jetzt, nach diesen allgemeinen Bemerkungen, die einzelnen Arten der animalischen Düngung, sowie die verschiedenen Formen, unter welchen animalische Substanzen zur Düngung verwendet werden, spezieller durchgehe. Es wird sich dabei noch mancherlei Theoretisches, was Sie in dem Vorstehenden vielleicht vermißt haben werden, an der passenden Stelle nachholen lassen.

Mistdüngung.

Ich glaube nicht, daß wir einen großen Fehler begehen, wenn wir annehmen, daß bei der Mistdüngung nur der Koth der Thiere, nicht aber oder wenigstens nicht in gleichem Grade der Harn derselben in Betracht gezogen zu werden braucht, weil in der That der Koth der Thiere die Hauptmasse des Mistes ausmacht, der nur nach Maßgabe der Methode seiner Aufsammlung mit verschiedenen Quantitäten von Harn durchdrängt ist. Die düngende Wirkung des reinen Mistes liegt vorwaltend in seinem Gehalte an Phosphorsäure und an in Wasser löslicher Kieselsäure, und da die Menge dieser Stoffe in den Kotharten verschiedener Thiere (zunächst in Folge der Verschiedenheit der Nahrung) sehr verschieden ist, so versteht es sich von selbst, daß dem Miste mit Rücksicht auf seinen Gehalt an Phosphorsäure und Kieselsäure ein ungleicher Werth innewohnen muß.

So abweichend nun auch die soeben abgegebene Erklärung der Wirkungsweise des Mistes von derjenigen Erklärung ist, welche

Digitized by Google

sich die große Mehrzahl der Landwirthe bis auf die neueste Zeit über diesen Gegenstand machten, so ist sie doch die einzige, welche den erfahrungsmäßig festgestellten Thatsachen, sowie der Theorie in gleich vollkommener Weise entspricht; und ich würde jedenfalls meinen, Ihnen gegenüber etwas ganz Ueberflüssiges zu thun, wenn ich mich abermals auf eine Beweisführung der Irrthümlichkeit, daß nämlich die kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Substanzen des Mistes bei der Düngung wirkten, einlassen wollte, nachdem ich doch in dem Abschnitte „über atmosphärische Düngung" ganz ausführlich diesen Gegenstand zur Erledigung gebracht zu haben glaube. Indessen bieten die Verschiedenheit der Verwendung des Mistes und gewisse dabei gemachte praktische Erfahrungen eine Gelegenheit dar, Ihnen von einem noch ganz anderen Gesichtspunkte aus die Irthümlichkeit dieser Ansicht darzulegen.

Bekanntlich wird der Mist nur selten frisch zur Düngung angewendet, vielmehr befindet er sich gewöhnlich in einem Zustande mehr oder weniger fortgeschrittener Zersetzung Derjenigen seiner Theile, welche unverdaueten und unzersetzten Nahrungsstoffen des Thieres, von welchem der Mist stammt, angehörten,*) und weit entfernt, eine Minderung der düngenden Eigenschaften des Mistes in Folge dieser Zersetzung wahrzunehmen, hat man

*) So zeigte frischer Pferdekoth folgende prozentische Zusammensetzung:
3,7 veränderten Gallen- und Färbestoff,
6,3 Schleim u. s. w.,
20,2 unverdauete Pflanzenreste und Asche,
69,8 Wasser.
Frischer Kuhkoth verhielt sich ähnlich zusammengesetzt; Hundert Theile enthielten nämlich:
2,2 veränderte Galle,
8,3 Schleim u. s. w.
14,1 unverdauete Pflanzenreste und Asche,
75,4 Wasser.

Digitized by Google

im Gegentheile eine Steigerung dieser Eigenschaften erfahrungsmäßig beobachtet. Wenn Sie nun, meine Herren, sich überlegen wollen, daß während der Zersetzung der organisch zusammengesetzten Bestandtheile des Mistes die bedeutendsten Massen Kohlensäure und Ammoniak entwickelt, und frei in die atmosphärische Luft entsendet werden, daß also durch Verwesung und Fäulniß des Mistes sein Gehalt an kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Bestandtheilen wesentlich verringert wird, und daß damit gleichzeitig seine Wirksamkeit, anstatt abzunehmen, vielmehr zunimmt, so erkennen Sie daraus recht deutlich, daß die Wirksamkeit des Mistes als Düngungsmittel nicht in diesen kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Bestandtheilen liegen könne, sondern in anderen Dingen begründet sein müsse. Bei der Annahme dagegen, daß der Salzgehalt des Mistes dünge, erklärt sich die größere, oder besser gesagt, die schnellere Wirkung des sogenannten gefaulten Mistes ganz einfach dadurch, daß eine größere Menge derjenigen Salze, die noch Aschenbestandtheile der organischen Materien des Mistes sind, in Freiheit gesetzt ist, und sich in einem Zustande befindet, in welchem sie von den Pflanzen ohne Weiteres aufgenommen werden kann, während dieser Salzantheil bei Anwendung frischen Mistes längere Zeit warten muß, ehe er in Freiheit gesetzt wird, daher erst später seine düngende Wirkung entfalten kann. Dazu kommt noch, daß gefaulter Mist aus leicht einzusehenden Ursachen verhältnißmäßig reicher an Salzen sein muß, als frischer, weil während der Verwesung und Fäulniß des Mistes das Volumen der ganzen Masse, eben in Folge der Zerstörung vorhandener organischer Körper, schwindet, so daß begreiflicher Weise mit einem Fuder gefaulten Mistes mehr Salze aufs Feld gefahren werden, als mit einem Fuder frischen Mistes.

Digitized by Google

Poudrette.

Der Uebelstand, daß der zur Düngung zu verwendende Mist (selbst wenn er schon gefault ist) immer noch ein zu großes Volumen und zu bedeutendes Gewicht besitzt, um mit Vortheil an entlegenere Ortschaften, wo es an solchem Düngungsmateriale fehlt, verfahren werden zu können, mag wohl die erste Veranlassung gewesen sein, daß man auf Mittel gesonnen hat, den Koth des Menschen auf ein möglichst kleines Volumen und auf ein möglichst geringes Gewicht zu reduziren, obschon in gewissen Fällen der Wunsch der Kothproduzenten, die so schlecht riechenden Dinge möglichst schnell aus der Nähe zu entfernen, oder doch wenigstens geruchlos zu machen, sicher nicht ohne Einfluß gewesen ist, daß man Mittel erfand, welche den Koth geruchlos und transportirbar machen. In der Nähe großer Städte, wo aus leicht begreiflichen Gründen weit mehr Koth produzirt wird, als in der Umgebung dieser Städte als Dünger verwendet werden kann, hat man diese Kothumwandlung bereits zu einem Gegenstande der Industrie erhoben, indem man Sorge trägt, daß in besonders eingerichteten, außerhalb der Städte gelegenen Anstalten der dorthin gebrachte Koth möglichst bald trocknet, wodurch er, unter bedeutendem Gewichtsverluste, zu einer geruchlosen Masse (Poudrette) zusammenschrumpft. Gewöhnlich wird der nasse Koth in diesen Anstalten in große Gruben gebracht, wo man ihn der Fäulniß und endlichen Austrocknung überläßt, um ihn dann ohne Weiteres als Handelsartikel zu betrachten, oder man vermengt den frischen Koth sogleich mit gebranntem Kalke, breitet ihn behufs des schnelleren Trocknens in dünnen Lagen aus, und bringt ihn so noch schneller, als auf die erste Methode, in eine verkäufliche Form. Faßt man nun die chemischen Prozesse, welche bei beiden Methoden der Poudrettenbildung vor sich gehen, schärfer ins Auge, so sieht man, daß in beiden Fällen eine mehr oder weniger voll-

Digitized by Google

ständige Zerstörung der organischen Bestandtheile des Kothes, sowie Austreibung der flüchtigen Zersetzungsprodukte, insbesondere des kohlensaueren Ammoniakes, die nothwendige Folge ist, wodurch der ursprüngliche Stickstoffgehalt des Kothes auf ein Minimum zurückgeführt wird, ja bei Anwendung des Kalkes ganz verschwindet. Der Salzgehalt des Kothes bleibt, und nur seiner Anwesenheit verdankt die Poudrette die günstige düngende Wirkung, welche noch überall, wo man Poudrette angewendet hat, erkannt worden ist, woraus man abermals ersieht, daß nicht in den stickstoffhaltigen organischen Bestandtheilen des Kothes die Wirkung desselben begründet sein kann, weil diese Wirkung auch nach Entfernung dieser Bestandtheile unverändert wahrzunehmen ist.

Knochendüngung.

Die Knochen der Säugethiere, und also auch der Menschen, bestehen aus einer organischen Substanz, der sogenannten Knochengallerte, welche bekanntlich zur Leimfabrikation verwendet werden kann, und aus unorganischen Salzen, welche bei der Verbrennung des Knochens zurückbleiben, und ihrer vorwaltenden Menge wegen die Erhaltung der Form des gebrannten Knochens bedingen. Ein solcher gebrannter Knochen, aus welchem durch die Verbrennung Alles, was der Gallerte angehörte, entfernt worden ist, unterscheidet sich von einem nicht gebrannten Knochen nur durch seine weißere Farbe, durch seine etwas geringere Schwere und durch seine größere Zerbrechlichkeit, daher er denn auch leichter zu Mehl zermalen werden kann, als jener. Den Gehalt der trocknen Menschen- und Säugethierknochen an organischen Substanzen kann man durchschnittlich auf 32—33 Prozent anschlagen, worin etwas über 5 Prozent Stickstoff enthalten ist, während die übrigen 67—68 Prozente unorganischer Körper vorzugsweise aus phosphorsaueren Salzen

Digitized by Google

zusammengesetzt sind, an denen der Knochen ungefähr 52 — 57 Prozente, also über die Hälfte seines ganzen Gewichtes besitzt, wie aus nachstehenden, von Berzelius angestellten zwei Untersuchungen hervorgeht:

	Menschenknochen	Ochsenknochen
Thierische Materie (Gallerte)	33,30	33,30
Asche	66,70	66,70 *)

Wenn es nun darauf ankommt, zu entscheiden, worin die düngende Wirkung des Knochens besteht, so könnte auch hierbei vermuthet werden, daß die Gallerte vermöge ihres Stickstoffgehaltes von Bedeutung sei (in den 33 Prozenten Gallerte sind etwas über 5 Prozent Stickstoff enthalten); allein die Erfahrungen sprechen durchaus dafür, daß gebrannte Knochen (Knochenasche), in denen also diese Gallerte völlig zerstört ist, weit besser wirken, als ungebrannte, was nicht der Fall sein könnte, wenn der stickstoffhaltige Bestandtheil des Knochens düngte. Das Vorhandensein des stickstoffhaltigen organischen Bestandtheiles muß als ein Hinderniß für die schnelle Entfaltung der düngenden Wirksamkeit des Knochens betrachtet werden, weil, ähnlich wie bei dem Humus gezeigt ward, die phosphorsaueren Salze nicht eher, als nach der Zerstörung der organischen Substanz durch Verwesung oder Fäulniß, in einen für Pflanzen aufnehmbaren Zustand versetzt werden, was zumal bei den Knochen entsetzlich lange dauern, und den Schein hervorrufen kann, als wäre ihre Verwendung zur Düngung im ungebrannten Zustande völlig wirkungslos.

---

*) Die weitere Zusammensetzung dieser Knochenaschen wurde bereits im Eingange dieser Vorlesung gemeinschaftlich mit der Asche von Blut und Milch, mitgetheilt. (Vgl. S. 298.)

Digitized by Google

Die Düngung mit verschiedenen anderen thierischen Substanzen

anlangend, so könnte sie zwar eine sehr mannigfaltige sein, allein sie wird sich vorläufig wohl so ziemlich ohne Ausnahme nur auf die Abgänge der Knochenleimfabriken, die lediglich aus Auflösungen der Salze des Knochens in Salzsäure bestehen, zu beschränken haben. Man behandelt nämlich in diesen Fabriken, behufs der Darstellung thierischen Leimes, die Knochen mit verdünnter Salzsäure, wodurch man die unorganischen Bestandtheile des Knochens, die bei seiner Verbrennung als Knochenasche zurückgeblieben wären, auszieht, und so die Gallerte des Knochens gewinnt. Diese Flüssigkeiten nun, welche die Salze enthalten, kann man, anstatt wegzuschütten, mit großem Vortheile zur Düngung verwenden, da kein Grund vorhanden ist, zu vermuthen, die darin enthaltenen phosphorsaueren Salze würden ihre Wirkung bei der Ernährung der Kulturpflanzen versagen. Bis jetzt gingen auf diese Weise viele tausend Zentner solcher phosphorsaueren Salzauflösung ungenützt verloren, und vergleichende Versuche, inwieweit diese Auflösung die Knochendüngung zu ersetzen im Stande sei, wären gewiß von großer Wichtigkeit.

Die Wirkung der Wolle, Lumpen, Haare, Klauen, Horn, wenn sie hier und da zur Düngung mit Erfolg verwendet wurden, schließen die Behauptung, daß die phosphorsaueren Salze bei der animalischen Düngung von hauptsächlichstem Belange seien, nicht aus, da in sämmtlichen genannten Körpern phosphorsauere Salze vorhanden sind (eine besondere Untersuchung wollener Lumpen und des Harnes auf Aschengehalt, hat mir in Uebereinstimmung mit den Untersuchungen Anderer gezeigt, daß die ersteren ungefähr $1\frac{1}{2}$; die letzteren dagegen nur $\frac{1}{2}$ Prozent lediglich aus phosphorsaueren Salzen bestehende Asche enthalten), obwohl mit Bestimmtheit behauptet werden kann, daß derlei

Digitized by Google

Materien nie eine durchgreifende Verwendung zur Düngung erfahren werden, weil die Fälle, wo sie zu anderen besseren Zwecken nicht mehr gebraucht werden können, nur lokale sind, und mit der fortschreitenden Industrie voraussichtlich immer seltener und seltener werden müssen. Dasselbe gilt auch von dem Fleische der Thiere. Auch dieses wird, anstatt daß man es wegwirft und nur zur Düngung verwendet, wie dies bis jetzt in vielen Distrikten Südrußlands geschieht, wo man die Schöpse nur auf Wolle und Talg benutzt, in Zukunft schon noch eine bessere Verwendung finden, ohne daß deßhalb die phosphorsaueren Salze den Feldern verloren gehen. Hierher gehört auch das Curiosum, daß neuerdings ein englischer Gutsbesitzer sich eine ganze Schiffsladung Seehunde von den Shettlandsinseln verschrieb, um sie als Dünger für seine Felder zu verbrauchen*). Dieses Faktum scheint mir vorzüglich um deßwillen beachtungswerth, weil damit der Anfang gemacht worden ist, dem Meere seine phosphorsaueren Salze wieder abzunehmen, und dieselben dem Lande, von dem sie ursprünglich stammten, direkt wiederzugeben. Denn wenn Sie, meine Herren, in Be-

*) Dieses Zeichen von größerer Intelligenz, mit welcher der Engländer die Landwirthschaft im Allgemeinen betreibt, steht keineswegs so isolirt da, vielmehr reiht es sich anderen Vorgängen, die ebenfalls das Herzuschaffen von phosphorsaueren Salzen für die Zwecke der Kultur beabsichtigen, würdig an. So ist bekannt, daß Deutschland in neuerer Zeit thöricht genug war, wahrhaft ungeheuere Massen von phosphorsaueren Salzen in Form von Thier- und Menschenknochen an England zu Spottpreisen zu verkaufen, Materialien, die dazu dienten, den Ertrag der ausgesaugten Felder des übervölkerten Englands auf das Entschiedenste zu erhöhen. Sie Alle entsinnen sich bestimmt noch, wie sogar die Schlachtfelder unserer Umgegend durchwühlt wurden, um die Knochen der gefallenen Krieger im englischen Interesse zu sammeln. Es wird schwer halten, dem deutschen Boden diesen Verlust zu ersetzen, und wenn es geschieht, so ist es nur unter großen Opfern möglich, indem man gezwungen sein wird, diese verlorenen phosphorsaueren Salze in der Form von ausländischem Korne und von ausländischem Fleische zu kaufen.

Digitized by Google

tracht ziehen wollen, daß die Menge der vorhandenen phosphorsaueren Salze überhaupt eine beschränkte ist, und daß durch das an so unzähligen Orten ganz unvermeidliche Abführen der Thier- und Menschenexkremente durch Wasser, welches endlich damit beladen ins Meer gelangt, ein fortdauernder Verlust dieser Salze auf der festen Erdoberfläche und somit auf unseren Feldern endlich ein Mangel daran herbeigeführt werden muß, so liegt auf der Hand, daß zuletzt nichts übrig bleiben wird, als auf Mittel zu sinnen, dem Meere diese Salze wieder zu entziehen. Daß jedoch diese Entziehung, wenn sie allgemeines dringendes Bedürfniß geworden sein wird, auf vortheilhaftere Weise werde zu ermöglichen sein, läßt sich nicht bezweifeln, wie ich denn überhaupt diesen Fall nicht deßhalb zu Ihrer Kenntniß gebracht habe, damit er Sie zur Nachahmung auffordern soll, sondern nur, damit mir Gelegenheit ward, Ihnen anzudeuten, wie auch in Betreff der Boden- und respektiven Aschenbestandtheile ein unendlich großer Kreislauf stattfinde, und wie es wohl in Folge der Kultur dahin kommen kann, daß man diesen Kreislauf wird beschleunigen müssen. Streng genommen besteht ein solcher Kreislauf der Aschenbestandtheile der Pflanzen schon längst, indem mit jedem gefangenen und verzehrten Wasserthiere phosphorsauere*) und andere Salze dem Wasser entzogen, und mit den Exkrementen der Menschen und Landthiere dem festen Lande wiedergegeben werden.

---

*) Als Hindeutung auf den Gehalt des Wassers an phosphorsaueren Salzen kann nachstehende Tabelle dienen:

Die Knochen des Hechtes	enthalten	55	Proz. phosphors.	Salze.
" " " Kabeljau	"	50	" "	"
Die Rückenwirbel des Haifisches	"	33	" "	"
Die Zähne des Haifisches	"	53	" "	"
Die Krebsschaalen	"	5,7	" "	"
Die Krebsscheeren	"	14	" "	"
Die Austerschaalen	"	1,2	" "	"

Digitized by Google

Endlich muß ich noch der Verwendung des Blutes gedenken, um so mehr, als durch eine neuere weiter oben (S. 274) bereits citirte französische Abhandlung auf die Düngung mit Blut ein besonderes Gewicht gelegt, und die damit erzielten günstigen Erfolge benutzt werden, um zu beweisen, daß der Stickstoffgehalt der Düngungsmittel von wesentlichem Einflusse auf die Ernte sei.

Man hat nämlich die Erfahrung gemacht, daß die in den Zuckersiedereien, bei der Abklärung der Syrupe, abfallenden Substanzen, welche aus einem Gemenge von Knochenkohle und geronnenem Blute bestehen, mit großem Vortheile als Düngungsmittel zu verwenden sind *), und zwar hat man bemerkt, daß die Wirkung eines solchen Gemenges eine weit günstigere sei, als wenn man Knochenkohle allein verbrauchte; woher es denn auch kam, daß die Zuckersieder diese Art von Rückständen zu immer mehr steigenden Preisen, ja seit einiger Zeit sogar selbst über den Preis der neuen noch gar nicht benutzten thierischen Kohle (Knochenkohle) verkaufen konnten. Was nun die Erklärung dieser so günstigen Wirkung des erwähnten Gemenges anlangt, so hat man gemeint, dieselbe in dem Stickstoffgehalte des Blutes sehen zu müssen, und ein Blick auf die Tabelle, welche der erwähnten Abhandlung Payen's beigegeben ist, bestätigt diese Meinung, insofern man ja hieraus ganz deutlich den im Vergleiche mit der Knochenkohle weit größeren Gehalt des Blutes an Stickstoff erkennt. Erlauben Sie mir, daß ich Ihnen das hierauf Bezügliche aus der genannten Tabelle mittheile.

---

*) Das westliche Frankreich verbraucht allein jährlich über 20 Millionen Pfund dieser Substanz, welche nicht nur aus den Zuckersiedereien Frankreichs bezogen, sondern auch von England, Hamburg, Amsterdam u. s. w. hier eingeführt wird.

Digitized by Google

Name des Düngungsmittels.	Stickstoffgehalt in 1000 Theilen der Substanz im gewöhnlichen Zustande.	Stickstoffgehalt in 1000 Theilen in völlig trocknem Zustande.	Verhältnißzahl für 1 Hektare Land*).
			Pfunde.
Thierische Kohle (noir animalisé) seit 11 Monaten bereitet . .	10,9	19,6	7400
Dieselbe Substanz (aus dem Lager bei Paris).	12,4	29,6	6400
Dieselbe Substanz (sogenannter holländisch. Dünger). . . .	13,6	24,8	5900
Englische Kohle, (Blut, Kalk, Ruß). . .	69,5	80,2	1200
Thierische Kohle der Zuckersiedereien. .	10,6	20,4	7600
Dieselbe Substanz (von Paris ausgeführt).	13,7	19,1	5800
Knochenkohle (aus der Fabrik von Paulet).	14,0	—	5714
Blut, trocknes lösliches (wie es versendet wird).	121,8	155,0	650
Blut, flüssiges (der Schlachthäuser). .	29,5	—	2666
Blut, flüssiges (von erschöpften Pferden).	27,1	—	3000
Blut (geronnen und gepreßt).	45,1	170,0	1772
Blut, trocknes, unlösliches (in den Fabriken getrocknet). . . .	148,0	170,0	550

Allein ich muß Sie, meine Herren, ernstlich bitten, sich durch solche Zahlen nicht täuschen zu lassen, schon aus dem einfachen Grunde, weil diese Zahlen, wie bereits S. 274 be-

*) 1 Hektare entspricht ungefähr 2 sächsischen Ackern (den Acker zu 300 □ Ruthen), genau genommen ist 1 Hektare = 1,807 sächsische Acker; und die in dieser dritten Reihe angeführten Zahlen sollen die Gewichtsmengen ausdrücken, in denen die verschiedenen Düngungsstoffe aufs Feld zu bringen sind, im Falle man beabsichtigt, die Wirkung des gewöhnlichen Stalldüngers durch sie zu ersetzen. Die Zahl 7400 also, welche man z. B. als Verhältnißzahl für thierische Kohle angegeben findet, soll ausdrücken, daß man 7400 Pfund solcher thierischen Kohle nehmen müsse, um eine Wirkung zu erhalten, welche der durch 20000 Pfunde gewöhnlichen Stallmistes hervorgebrachten gleich ist.

Digitized by Google

merkt wurde, nicht auf praktischen Erfahrungen, sondern lediglich auf Berechnungen und unerwiesenen Voraussetzungen beruhen. Denn sollte in der That die Erfahrung gelehrt haben, daß zum Düngen der Felder eine solche Mischung aus Blut- und Knochenkohle sich wirksamer erwies, als bloße Knochenkohle, so liegt der Grund dieser Erfahrung sehr nahe, da er sich in der Verschiedenheit der Aschenbestandtheile des Blutes und der Knochen von selbst darbietet. Sie wissen, daß die Pflanzen, außer Kalk und Phosphorsäure, mehre andere Körper und namentlich Alkalien in größerer Menge im Boden vorfinden müssen, um zu gedeihen. Wenn nun durch Düngung die Menge der Nahrungsmittel im Boden überhaupt vermehrt werden soll, so liegt auf der Hand, daß unter übrigens gleichen Verhältnissen ein Düngungsmittel, welches alle Aschenbestandtheile der Pflanzen enthält, von größerer Wirkung sein muß, als ein solches, welches nur Einige dieser Aschenbestandtheile besitzt, und Sie werden bei Besichtigung der nachstehenden kleinen Tabelle es hoffentlich ebenso gut und noch besser, als durch Payen's Tabelle, erklärt finden, warum Blut, in hinreichender Menge zur Düngung angewendet, oder Blut und Knochenkohle zusammen eine größere Wirkung haben müssen, als Knochenkohle allein.

Es enthalten 1000 Theile der Asche

	von Knochenkohle.	von Blut.
Alkalien	19,8	486,1
Kalk und Magnesia	445,6	35,6
Eisen und Mangan	—	Spuren
Chlor	17,8	360,8
Schwefelsäure	—	34,9
Phosphorsäure	494,4	82,6
Flnor	22,4	—

Digitized by Google

Die Tabelle spricht zu laut für sich selbst, als daß es nöthig sei, noch ein Wort darüber zu verlieren.

Harn.

Es ist bereits in der Einleitung zu unserer heutigen Unterhaltung gezeigt worden, daß wir in dem Harne der Menschen und Thiere diejenige Substanz zu erkennen haben, welche die Hauptmasse der Alkalien, des Chlors und der Schwefelsäure der genossenen Nahrungsmittel, die ja sämmtlich direkt oder indirekt aus dem Pflanzenreiche stammten, enthält, und es ist diese Erkenntniß für die richtige Würdigung der Bedeutung des Harnes als Düngungsmittels von größter Wichtigkeit. Denn wenn in den meisten Fällen, wo Düngung nöthig ist, nicht blos das einseitige Herbeischaffen eines oder nur einiger Nahrungsmittel, welche die Pflanze dem Boden entnimmt, genügt, wenn im Gegentheile verlangt wird, daß womöglich alle den Pflanzen nöthigen Bodenbestandtheile künstlich zugeführt werden, so liegt auf der Hand, daß bei Anwendung rein animalischer Düngung es durchaus nicht ausreichen könne, nur jene Aschenbestandtheile, welche in dem Kothe enthalten sind, (also vorzugsweise die Kieselsäure, die Phosphorsäure, den Kalk und die Magnesia) dem Boden unserer Kulturpflanzen wiederzugeben, vielmehr wird Sorge zu tragen sein, daß man dem Boden auch die Alkalien, sowie das Chlor und die Schwefelsäure, die ihm durch die Ernten entnommen wurden, wieder ersetzt, was begreiflicher Weise am aller Einfachsten durch den Harn geschieht.

Indessen ist nicht zu übersehen, daß die Praxis hierbei auf mancherlei Schwierigkeiten stößt, welche theils in der Form des Harnes theils in der Beschaffenheit der in dem Harne enthaltenen Aschenbestandtheile begründet sind.

So ist es eine allbekannte Sache, daß der Harn eine

Digitized by Google

Flüssigkeit darstellt, welche dem Gewichte nach zum aller größten Theile aus Wasser, das zur direkten Düngung nichts beiträgt, besteht,

(1000 Theile Menschenharn enthielten 952 Theile Wasser
" " Kuhharn " 970 " "
" " Pferdeharn " 940 " "*)

des Gehaltes an Harnstoff und einigen anderen organischen Substanzen, welche ebenfalls nicht im Stande sind etwas zur Düngung direkt beizutragen, ganz zu geschweigen. Dadurch wird aber die Aufsammlung, sowie der Transport der in dem Harne enthaltenen Aschenbestandtheile sehr vertheuert, und es ist schon oft das Augenmerk des praktischen Landmannes dahin gerichtet gewesen, Mittel zu finden, dieses große Volumen des Harnes durch Beseitigung des Wassers auf möglichst billige Weise zu verringern.

Solche Mittel sind bereits mehrfach in Vorschlag, und mit mehr oder weniger Vortheil in Anwendung gebracht worden. Das Vortheilhafteste möchte unstreitig das wiederholte Aufgießen des Harnes (der sogenannten Mistjauche) auf den Dünger sein, wodurch, ähnlich wie bei den Gradirwerken der Salinen, unter Wasserverlust eine allmähliche Conzentration des Urines bewirkt wird, obschon die theoretische Ansicht, welche sich die meisten Landwirthe von dieser Operation bilden, mehr oder weniger von der hier gegebenen abweicht. Ferner gehört hierher der Vorschlag, den Harn durch Anwendung von Wärme so weit einzudicken, daß er in eine trockene und leicht transportirbare Masse verwandelt wird. Allein die Ausführung dieses Vorschlages ist viel zu theuer, es müßte denn Jemand das dazu nöthige Brennmaterial geschenkt erhalten; und selbst wenn man Sonnenwärme

*) Es bedarf wohl kaum der besonderen Bemerkung, daß diese Angaben, obschon sie das Resultat direkter Untersuchungen sind, nur ein ungefähres Bild von der in dem Harne enthaltenen Wassermenge geben, da nach Maßgabe der Verschiedenheit der Menge Wasser, welche ein Thier zu sich nimmt, natürlich auch der Wassergehalt des Harnes sehr schwanken muß.

Digitized by Google

zu Erreichung dieses Zweckes anwenden wollte, so möchte immer noch die Frage entstehen, ob durch das erhaltene Produkt die Auslage an Zeit (es dauert sehr lange, ehe man ein nutzbares Produkt erhält) und an Lokalität (man brauchte dazu viel und passend vorgerichteten Raum, den man in der Mehrzahl der Fälle wohl besser verwenden kann) wieder aufgewogen würde. Man wird sich daher in den meisten Fällen mit derjenigen Raumverringerung zu begnügen haben, welche ohne weiteres Zuthun des Landwirthes dann eintritt, wenn der Harn in offenen, dem Luftzutritte zwar ausgesetzten, aber vor Regen geschützten Gruben längere Zeit verweilt hat; was in der That auch der bisher am Meisten geübte Brauch ist.

Endlich ist noch der Vorschläge zu gedenken, welche darauf ausgehen, nur diejenigen Bestandtheile aus dem Harne zu gewinnen, von denen man meinte, daß in ihnen die düngende Wirkung des Harnes begründet sei, wobei es natürlich nicht Wunder nehmen kann, wenn man sieht, daß bald dieses, bald jenes Mittel empfohlen wird, je nachdem man bald in diesem, bald in jenem Bestandtheile des Harnes die düngende Eigenschaft desselben erkennen zu müssen glaubte. Ich übergehe jedoch alle jene Mittel, bei deren Anwendung von der Voraussetzung ausgegangen wird, der Stickstoffgehalt des Harnes dünge, weil, wie früher gezeigt wurde, eine solche Voraussetzung völlig unerwiesen ist, und will nur ein ganz neuerlich empfohlenes Mittel erwähnen, welches, wie mir scheint, ziemliches Aufsehen erregt hat, obschon dessen allgemeine Anwendung mit den größten Nachtheilen für die praktische Landwirthschaft verbunden sein würde. Der Engländer Stenhouse schlägt nämlich vor, man solle den gesammelten Harn mit Kalkmilch versetzen, und den dabei entstehenden Niederschlag als Düngungsmittel benutzen. Der Niederschlag besteht aber, nachdem er geglüht worden ist, in 1000 Theilen aus:

Digitized by Google

Kalk	520
Magnesia . . .	15
Phosphorsäure . .	465

Wollen Sie nun mit diesem Resultate der Untersuchung dieses Aschengehaltes den Aschengehalt des gesammten Urines in der nachfolgenden Tabelle vergleichen.

Es enthalten 1000 Theile der Asche

	des Niederschlages von Stenhouse.	des Menschenharnes.	des Kuhharnes.
Alkalien	—	479	573
Kalk und Magnesia . . .	535	34	52
Chlor	—	108	210
Schwefelsäure	—	214	105
Phosphorsäure	465	165	60

so fällt es nicht schwer einzusehen, wie der Vorschlag von Stenhouse zwar geeignet ist, aus dem Harne eine Substanz darzustellen, welche man als Düngungsmittel benutzen kann (Kalk und Phosphorsäure sind ja Pflanzennahrungsmittel), wie es aber ein sehr grober Irrthum wäre, wenn Stenhouse oder irgend Jemand anders etwa glauben wollte, mit diesen Substanzen sei dem Harne das bei der Harndüngung überhaupt Wirksame genommen und isolirt dargestellt worden. Dieser Vorschlag von Stenhouse mag dort seine Anwendung finden, wo man mit dem Harne durchaus nichts weiter anfangen kann, als ihn wegzugießen (denn in diesem Falle wird es sehr zweckmäßig sein, dem Harne vorher wenigstens seinen Gehalt an phosphorsauerem Kalke zu entziehen, und für die Zwecke der Düngung zu erhalten), allein wo dies nicht der Fall ist, wo man vielmehr alle Ursache hat, die Aschenbestandtheile der Pflanzen, welche bei der Ernährung der Menschen und Thiere den thierischen Körper durchwanderten, möglichst vollständig wieder zu gewinnen, da wäre es geradezu eine Lächerlichkeit, wenn man von Stenhouse's Vorschlag Gebrauch machte, indem man ja mit

Digitized by Google

der über dem Bodensatze stehenden Flüssigkeit die gesammten Alkalien, die Hauptbestandtheile der Harnasche, weggießen würde.

Zu diesen Uebelständen, welche, wie wir soeben sahen, darin begründet waren, daß die wirklich düngenden Bestandtheile des Harnes mit einem so außerordentlich großen Quantum Wasser verbunden sind, kommt aber noch ein anderer, nicht minder lästiger: ich meine die flüssige Form des Harnes. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, daß eine weit sorgfältigere Aufsammlung aller derjenigen unseren Feldern zurückzugebenden Bodenbestandtheile, von denen wir ja wissen, daß sie im Harne enthalten sind, bewerkstelligt werden könnte, wenn der Harn kein flüssiger, sondern, wie die Exkremente der Thiere, ein fester Körper wäre. Möchte dann immerhin der prozentische Gehalt eines solchen festen Harnes an wirklich düngenden Bestandtheilen durchaus nicht größer sein, als er jetzt im flüssigen Harne ist, es würde dieser Uebelstand des großen Volumens und Gewichtes meiner Ansicht nach reichlich dadurch wieder aufgewogen, daß man den Harn ohne Verlust, und zwar mit geringen Kosten, aufzusammeln im Stande wäre. Denn während man jetzt, selbst bei der gewissenhaftesten Einsammlung des Harnes, durch Einsickerung des Harnes in den Boden der Düngerstätten u. s. w. immer noch sehr bedeutende Mengen an Alkalien verliert, so würde dieser Verlust,*) wäre der Harn ein fester Körper, völlig vermieden werden können.

---

*) Es kann zwar aus dem großen Haushalte der Natur nichts verloren gehen, wohl aber aus dem Kleineren einer Wirthschaft, einer Landschaft, einer Provinz, eines ganzen Landes. Man ist daher schon seit längerer Zeit auf gewisse Surrogate der animalischen Düngungsmittel überhaupt und der wirksamen Bestandtheile des Harnes insbesondere erfahrungsmäßig hingewiesen worden, um in dem Falle, wo diese Differenz nicht von dem Reichthume des Bodens ausgeglichen wird (durch die Verwitterungs-Brache zumal), solche Verluste an Aschenbestandtheilen zu ersetzen.

Digitized by Google

Sie ersehen daraus, einmal, ein wie wichtiger Körper der Harn für die Landwirthschaft überhaupt ist, und zweitens, welche Schwierigkeiten sich seiner vollständigen Aufsammlung entgegenstellen; und Sie werden mir in Berücksichtigung dieser Umstände beistimmen, wenn ich behaupte, daß es völlig unverantwortlich ist, wie noch hier und da in der landwirthschaftlichen Praxis mit dem Harne umgegangen wird. Wäre nicht glücklicher Weise die Bodenbeschaffenheit der meisten Kulturfelder von der Art, daß durch fortschreitende Verwitterung der Silikate des Bodens noch fortdauernd gewisse Mengen Alkalien in einen für die Pflanze aufnehmbaren Zustand versetzt würden, so würde schon längst die Landwirthschaft aufs Empfindlichste für diese Mißachtung bestraft worden sein.

Guano.

An die vorstehenden Betrachtungen des Wesens der Düngung mit Harn knüpft sich ganz ungezwungen die Untersuchung der Guanodüngung an, da, wie wir sogleich sehen werden, der Guano als eine Substanz betrachtet werden muß, welche bis zu einem gewissen Grade die düngenden Eigenschaften des Kothes und Harnes der Thiere in sich vereinigt. Einige naturhistorische und statistische den Guano betreffende Bemerkungen werden Sie hoffentlich nicht übel deuten, da vielleicht Manchem von Ihnen der ganze Gegenstand ein noch ziemlich neuer sein dürfte.

Der Guano erscheint als eine hellbraun aussehende, durchdringend nach Vogelmist riechende und stark salzig schmeckende erdige Substanz, die wesentlich aus dem Zersetzungsprodukte des mit dem Urine imprägnirten Kothes vieler Seevögel besteht, daher auch ihr Name, der aus der indischen Benennung „Huanu," Koth, entstanden ist.

In Peru, wo man diesen Körper seit undenklichen Zeiten zur Düngung anwendet, hielt man ihn lange für eine Erde, worüber

Digitized by Google

man sich kaum wundern darf, da er auf mehren Inseln in einer Mächtigkeit von 10 bis 25 Fuß angetroffen wird. Jetzt ist es jedoch erwiesen, daß es der Mist von Vögeln ist, welcher sich seit Jahrhunderten angehäuft hat. In den heißen und trockenen Regionen nämlich, wo das ganze Jahr hindurch kein Regen fällt, wählen unzählige Seevögel (namentlich mehre Arten von Pinguinen und Albatrossen) ihren Wohnsitz auf den nie besuchten Inseln, woselbst sie ungeheuere Kolonien bilden; und wie erstaunlich die Anhäufung dieses Düngers sein muß, geht aus einer Berechnung des Dr. Morrell hervor, welcher zu Folge eine Million solcher Vögel täglich 300 Centner liefert.

Der beste Guano kommt von Peru, wo eine Küstenlänge von 1480 Meilen niemals mit Regen erfrischt wird, und zwar liefert Chiacha und Pakquika die allerbeste Sorte, während die Inseln der Küsten von Chili schon weniger gute Sorten aufzuweisen haben. Aber auch anderwärts findet sich Guano unter ähnlichen, obschon weniger günstigen Verhältnissen, und namentlich zeichnet sich unter mehren afrikanischen Inseln die Insel Ichaboe aus, worauf Guano 25 Fuß tief abgelagert gewesen sein soll, obschon zu erwarten steht, daß dieser Vorrath bald erschöpft sein wird, da diese Insel nur eine englische Meile im Umkreise hat, und da bereits circa 300 bis 400 Schiffsladungen voll Guano von dort verschifft worden sind. In England sollen im verflossenen Jahre über 5 und eine halbe Million Zentner Guano eingeführt, und davon 4 Millionen Zentner verbraucht worden sein. —

Was nun die chemische Zusammensetzung des Guano anlangt, so muß gleich im Voraus bemerkt werden, daß dieselbe je nach den Fundorten sehr verschieden ist, und daß selbst Proben eines und desselben Guano sich bei ihrer Untersuchung als von einander sehr abweichend zusammengesetzt erweisen, so daß man sich schon aus dieser Ursache nicht wundern darf, daß auch

Digitized by Google

die Versuche, welche die Landwirthe mit dem Guano anstellten, zu so verschiedenen Resultaten führten, obschon der Guano unter fast gleichen Umständen angewendet worden war. Die nachstehende Tabelle wird Ihnen dies sehr entschieden vor die Augen stellen.

1000 Theile Guano enthielten in nachstehend verzeichneten verschiedenen im Handel vorkommenden Sorten, der chemischen Untersuchung*) gemäß, folgende Substanzen:

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.	Nr. 5.	Nr. 6.	Nr. 7.
Kali		46,6	52,7	11,4	38,4	19,1	54,7
Natrum	0,6			33,7	130,3		291,6
Kalk	119,7	90,6	107,4	153,5	81,8	304,6	72,2
Magnesia	7,9	9,5	15,3	7,4	4,1	10,9	9,4
Chlor	17,0	26,6	44,7	23,4	18,1	8,6	212,3
Schwefelsäure	36,4	46,4	25,8	21,0	114,1	6,8	106,5
Phosphorsäure	149,2	117 6	132,7	163,2	117,9	397,2	99,8
Summa	330,8	337,3	378,6	413,6	504,7	747,2	846,5

(Das an Tausend Fehlende besteht aus Wasser, organischen Substanzen, Ammoniak, Sand u. s. w., kurz aus Dingen, in Betreff welcher kein Grund vorhanden ist, sie für Aschenbestandtheile der Pflanzen anzusehen.)

Sie erkennen deutlich, einmal, wie große Differenzen die verschiedenen Sorten von Guano mit Rücksicht auf die absolute Menge der vorhandenen düngenden Aschenbestandtheile besitzen (in der obigen Tabelle schwankt diese Differenz zwischen 33 und 84 Prozent), und das

*) Die chemische Untersuchung der mit Nr. 2 und 3 bezeichneten Guanosorten rühren von Völkel und Bartels her, während die übrigen Sorten insgesammt von Denham Smith (vgl. Erdmann's Journal Bd. 35. S. 277 ff.) untersucht wurden.

Digitized by Google

andere Mal, welche Verschiedenheit in Betreff der relativen Menge dieser einzelnen Aschenbestandtheile stattfindet, welcher letzte Punkt durch die folgende Tabelle noch viel ersichtlicher wird, indem man in derselben die prozentische Zusammensetzung der verschiedenen Aschen des Guano mit Leichtigkeit überblickt.

1000 Theile der Asche verschiedener Guanosorten enthielten:

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.	Nr. 5.	Nr. 6.	Nr. 7.
Alkalien	2	138	139	109	334	26	409
Kalk	361	269	283	371	162	408	85
Magnesia	24	28	43	18	8	15	11
Chlor	52	79	118	57	36	11	251
Schwefelsäure . . .	110	138	68	51	226	9	126
Phosphorsäure . . .	451	348	350	394	234	531	118
Summa. . . .	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Aus Allem, und namentlich aus dieser letzten Tabelle, geht aber mit Entschiedenheit hervor, daß der Guano, wie nach seiner bekannten Abstammung nicht anders zu erwarten war, bis zu einem gewissen Grade (vorzüglich wenn wir die Kieselsäure der Exkremente unberücksichtigt lassen) die Wirkung des thierischen Kothes und Harnes in sich vereinigen werde, so daß man also in ihm eine Düngungssubstanz zu erkennen hätte, mittels welcher es möglich ist, die den Kulturpflanzen nöthige Phosphorsäure, Kalk und Magnesia, sowie die Alkalien, das Chlor und die Schwefelsäure gleichzeitig zuzuführen, welche Eigenschaft, wie weiter oben schon gezeigt ward, weder dem Thierkothe, noch dem Thierharne allein, sondern nur einem Gemenge dieser beiden Körper zuzuerkennen war. Es ist jedenfalls zu bedauern, daß einer ausgedehnteren Anwendung dieses Körpers bei uns sich theils das im Allgemeinen sparsame Vorkommen, theils aber sein hoher Preis sehr in den Weg stellt, des Uebelstandes

Digitized by Google

ganz zu geschweigen, daß die in den Handel gebrachten Sorten so höchst verschiedene Zusammensetzung zeigen, wodurch bei einer rationellen Verwendung des Guano der im Allgemeinen kostbare Beirath eines tüchtigen Chemikers niemals entbehrt werden kann, da man diese Verschiedenheit dem Guano weder anzusehen noch anzuriechen vermag, wie so vielfach geglaubt wird. Denn das ist Ihnen aus den vorstehenden Tabellen doch mit großer Augenfälligkeit klar geworden, daß z. B. die Sorte Nr. 1 und Nr. 6 bei der Düngung eine ganz andere Wirkung haben müsse, als die Sorte Nr. 7; und es wird Ihnen auch ohne meine besondere Hinweisung einleuchten, daß praktische Erfahrungen, mit Guano gemacht, von gar keinem theoretischen Werthe sind, d. h. daß sich aus ihnen nicht die geringste Schlußfolgerung ableiten läßt, wenn nicht durch eine besondere chemische Untersuchung der Gehalt des angewendeten Guano an Aschenbestandtheilen ermittelt worden ist.

Anhang.

Düngung mit salpetersaueren Salzen und mit Ammoniaksalzen.

Obwohl ein Theil des unter dieser Rubrik Ihnen Mitzutheilenden, nämlich die Düngung mit salpetersaueren Salzen, weit richtiger den Platz seiner Besprechung erst in der nächsten Unterhaltung finden dürfte, wo die mineralischen Düngungsmittel betrachtet werden sollen, so scheint es mir doch nicht unpassend, über die düngende Wirkung dieser Salze schon hier zu verhandeln, um so mehr, als eine Reihe praktischer Erfahrungen vorliegen, welche nicht nur die günstige Wirkung der salpetersaueren Salze, sondern auch Die der Ammoniaksalze und des Stickstoffes der stickstoffhaltigen organischen Körper überhaupt außer Zweifel zu stellen scheinen. Ich lege Ihnen, wie immer, erst die Thatsache vor, und werde Ihnen dann meine Bemerk-

Digitized by Google

ungen und Bedenken gegen die Richtigkeit der daraus gezogenen Schlüsse mittheilen.

Kuhlmann, ein belgischer Gelehrter, hat, aus was für Absichten, ist vorläufig ganz gleichgiltig, verschiedene stickstoffhaltige Substanzen als Düngungsmittel auf Wiesenland versucht, und die gewonnenen Resultate in einer Tabelle zusammengestellt, aus welcher ich, mit Ausscheidung des nicht hierher Gehörigen, Folgendes aushebe.

Düngerart.	Menge des auf 4 Morgen Landes = 1 Hektare angewendeten Düngers.	Menge des geernteten Heues.	Mehrbetrag des geernteten Heues bei Anwendung von Dünger.
1. Kein Dünger . . .	—	8000 Pfd.	—
2. salzsaueres Ammoniak (Salmiak) . . .	532 Pfd.	11432 "	3432 Pfd.
3. schwefels. Ammoniak .	532 "	10466 "	2466 "
4. salpeters. Ammoniak .	532 "	11200 "	3200 "
5. salpeters. Natrum . .	532 "	11446 "	3446 "
6. ammoniakal. Wasser .	5400 Liter *)	12600 "	4600 "
7. Gallertlösung . . .	21666 "	12986 "	4986 "
8. Pferdeharn	21666 "	12480 "	4480 "
9. Flämmischer Dünger.	21666 "	14866 "	6866 "

Das zu Nr. 6 verwendete ammoniakalische Wasser war der Gasbereitungsanstalt zu Lille entnommen, und zwar hatte man das darin enthaltene Ammoniak dadurch in salzsaueres Ammoniak umgewandelt, daß man die Flüssigkeit mit dem bei der Leimbereitung aus Knochen als Abfall gewonnenen saueren Wasser, welches die sämmtlichen Salze der Knochen enthielt, vermischte.

Die zu Nr. 7. verbrauchte Gallertlösung erhielt man durch Auffammlung der beim Kochen der Knochen, behufs der Fett-

*) Ein Liter ist ein Hohlmaß, welches etwas über 1½ Pfund Wasser fassen kann.

Digitized by Google

gewinnung, abfallenden Flüssigkeiten. Sie soll nach Kuhlmann's Angabe 2½ Prozent Gallerte enthalten haben, und, so füge ich hinzu, enthielt jedenfalls bedeutende Mengen von Salzen, welche beim Kochen der Knochen bekanntlich jedesmal mit ausgezogen werden.

Der bei Nr. 8 zur Düngung angewendete Pferdeharn enthielt, außer stickstoffreichen Bestandtheilen (Harnstoff u. s. w.), auch noch sämmtliche Salze, welche wir bereits oben als dem Harne angehörig kennen gelernt haben.

Der zu Nr. 9 gebrauchte flämmische Dünger bestand der Beschreibung nach aus einem Gemenge von Menschenkoth und Menschenharn, dem allerlei in den Haushaltungen abfallende Flüssigkeiten beigemischt waren, so daß er dadurch flüssiger ward, als bei uns der Fall ist, daher man ihn mit Hohlmaßen zu messen vermochte. Daß hier außerordentlich große Mengen von Salzen zugegen waren, bedarf keiner Erwähnung.

Sehen wir daher von der günstigen Wirkung der bei Nr. 6, 7, 8 und 9 angewendeten Düngungsmittel in Betreff des erlangten Mehrbetrages an Heu, in Vergleich mit dem Heuertrage der Wiese, wo keinerlei Dünger gebraucht ward, ganz ab, da in Absicht auf den Zweck dieser Versuche, nämlich die düngende Wirkung stickstoffhaltiger Substanzen kennen zu lernen, dadurch nichts erlangt werden kann, weil mit den stickstoffhaltigen Substanzen dieser Düngungsmittel gleichzeitig auch Salze und zumal phosphorsauere Salze herzugebracht wurden, so bleiben uns nur die unter Nr. 2, 3, 4 und 5 verzeichneten Düngungsversuche zur näheren Prüfung übrig.

Vorausgesetzt nun, daß bei diesen vier letztgenannten Düngungsversuchen in der That nur der Stickstoffgehalt der angewendeten Düngungsmittel in Betracht komme, so weiß man doch, daß den verschiedenen Substanzen ein sehr verschiedener Gehalt an Stickstoff zugehört; denn unter der Berücksichtigung,

Digitized by Google

daß das Ammoniak 82 Prozent Stickstoff und daß die Salpetersäure 26 Prozent Stickstoff enthält, finden wir durch Rechnung, daß die zur Düngung verwendeten Salze folgende Mengen Stickstoff enthielten:

Das schwefelsauere Ammoniak enthielt 114 Pfund Stickstoff
" salzsauere " " 150 " "
" salpetersauere " " 190 " "
" salpetersauere Natrum " 88 " "

Stellen wir daher in der folgenden Tabelle mit diesen Zahlen den entsprechenden Mehrertrag an Heu zusammen, und zwar, zur leichteren Uebersicht aller Verhältnisse, in runder Summe, so wird es sich ja finden, ob jene Voraussetzungen begründet sind oder nicht.

114 Pfd. Stickstoff	(als schwefels. Ammoniak) ergaben einen Mehrertrag von	2460	Pfd. Heu.
150 " "	(als salzs. Ammoniak) ergaben einen Mehrertrag von	3430	" "
190 " "	(als salpeters. Ammoniak) ergaben einen Mehrertrag von	3200	" "
90 " "	(als salpeters. Natrum) ergaben einen Mehrertrag von	3440	" "

Sie überzeugen sich aber durch die Besichtigung dieser letzten Tabelle, daß der Mehrertrag mit der Menge des aufgewendeten Stickstoffes in gar keinem Verhältnisse stehe, indem merkwürdiger Weise gerade das salpetersauere Natrum, obschon es den kleinsten Stickstoffgehalt besitzt, unter den vier genannten Salzen, den größten Mehrertrag an Heu bewirkte, und es bleibt nichts übrig, als entweder die Tauglichkeit sämmtlicher erwähnten Düngungsversuche zu bezweifeln, oder sich des gesunden Menschenverstandes gutwillig zu begeben, und dann Schlüsse ohne Unterlage aufs Gerathewohl hin zu machen.

Obschon das soeben Mitgetheilte meinen Haupteinwurf gegen alle auf diese Kuhlmann'schen Versuche gestützten Behauptungen der düngenden Wirkung salpetersauerer Salze und der

Digitized by Google

Ammoniaksalze ausmacht, so kann ich mich doch nicht enthalten, Ihnen noch ein anderes Bedenken mitzutheilen, die Reinheit der von Kuhlmann angewendeten Salze anlangend.

Ich weiß nämlich nicht, ob das salpetersauere Natrum, sowie die anderen von Kuhlmann gebrauchten Ammoniaksalze chemisch reine Salze waren, d. h. ob man in der That annehmen darf, daß das salpetersauere Natrum Kuhlmann's z. B. nur aus Salpetersäure und aus Natrum bestanden habe, oder ob nicht vielleicht kleinere oder größere Mengen anderer Körper beigemengt waren, denen eigentlich diejenige Wirkung zugeschrieben werden muß, welche man jetzt als nur von Seiten des salpetersaueren Natrum hervorgebracht anzusehen geneigt ist. Denn sollte vielleicht, was sehr wahrscheinlich ist, das im Handel unter dem Namen „Chilisalpeter" vorkommende salpetersauere Natrum zu diesen Versuchen angewendet worden sein, so ist ja bekannt, daß dieses Salz niemals völlig rein ist, daß es vielmehr sehr gewöhnlich verschieden große Mengen von Kochsalz, die nach hier angestellten Untersuchungen sogar bis zu 30 und 40 Prozent ansteigen können, beigemengt enthält; der möglichen Beimengungen anderer Salze ganz zu geschweigen. Ebenso verhält es sich aber auch mit dem Salmiake, welcher, wenn man die im Handel vorkommenden Sorten des sogenannten „rohen Salmiakes" verwendet haben sollte, ebenfalls nicht als nur aus Salzsäure und Ammoniak zusammengesetzt betrachtet werden darf, da auch ihm stets andere Salze (z. B. Kochsalz bis zu 10 Prozent) beigemengt sind, in Betreff welcher es möglich sein kann, daß nur durch sie die bei der Düngung erkannte günstige Wirkung hervorgerufen ward, welche man doch ohne Weiteres dem Salmiake selbst zuschrieb.

Ich bemerke jedoch ausdrücklich, daß für den vorliegenden Fall der Kuhlmann'schen Versuche, insofern durch sie die Wirkung des Stickstoffgehaltes der Düngungsmittel außer Zweifel

Digitized by Google

gestellt werden soll, es uns völlig gleichgiltig sein kann, ob die angewendeten Salze chemisch rein waren oder nicht, da, selbst angenommen, es sei durch Kuhlmann deren Reinheit nachgewiesen (in den vorstehenden Tabellen und Rechnungen sind in der That diese Salze als chemisch rein angenommen worden), dennoch durch diese Versuche nicht Dasjenige bewiesen wird, was sie beweisen sollten; allein ich mußte auf diesen Gegenstand die Sprache deßhalb bringen, weil die sorgfältige Beachtung desselben von großem Einflusse auf die streng wissenschaftliche Beurtheilung der Resultate aller solcher Düngungsversuche ist, welche man mit im Handel vorkommenden Salzen bisher angestellt hat, oder noch in Zukunft anstellen wird.

Digitized by Google

Neunzehnte Vorlesung.

Die mineralische Düngung.

Der Kalk. — Die Schwefelsäure. — Der Gyps. — Das Düngesalz. — Der Mergel. — Gebrannter Thon. — Die Bewässerung oder Berieselung. —

Der Zufall, meine Herren, dem es unstreitig in den meisten Fällen verdankt werden muß, wenn irgend eine Entdeckung gemacht ward, ist mit Wahrscheinlichkeit wohl auch die Veranlassung gewesen, daß man schon lange mit der Thatsache bekannt wurde, daß mancherlei Substanzen, dem Mineralreiche angehörig, im Stande sind, das Wachsthum der Kulturpflanze zu fördern. Dabei glaubte man, diesen Substanzen den Namen „Dünger" in einer weiteren Bedeutung des Wortes zwar nicht vorenthalten zu dürfen, allein man beruhigte sich mit der besonderen Bezeichnung des „reizenden Düngers", zum Unterschiede von dem „ernährenden Dünger" (vegetabilische und animalische Substanzen), offenbar weil man nicht wußte, in welcher Weise diese mineralischen Düngungsmittel auf Förderung der Vegetation wirkten, und weil die allgemein als richtig angenommene Humustheorie jeden Gedanken, daß auch diese Körper zu den ernährenden Düngungsmitteln gehören könnten, als irrthümlich verwarf. Es wird heute mein besonderes Streben sein, Ihnen zu zeigen, wie die Wirkung dieser dem Mineralreiche entlehnten Düngungssubstanzen beschaffen sei, wobei es mir am Zweckmäßigsten scheint, die am Meisten bekannten und am

Digitized by Google

Meisten verwendeten Körper der Reihe nach aufzuführen, und die einem Jeden dieser Körper zustehenden Eigenschaften, in deren Folge er als Dünger d. h. als künstlich in den Boden gebrachtes Nahrungsmittel der Kulturpflanzen zu wirken im Stande ist, zu erörtern.

Der Kalk.

Der Kalk wird in gebranntem Zustande ohne allen Zweifel am Häufigsten in der Agrikultur angewendet, unter dem Vorgeben, mit ihm zu düngen, obwohl er dieser Erwartung zum nur sehr geringen Theile entsprechen kann, da die Kulturpflanzen in der großen Mehrzahl der Fälle bei der außerordentlichen Verbreitung des Kalkes auf der Erdoberfläche stets so viel Kalk im Boden vorfinden werden, als sie brauchen, so daß in dieser Berücksichtigung eine künstliche Zufuhr von Kalk völlig überflüssig erscheint. Wenn wir aber dennoch von dem gebrannten Kalke eine günstige Wirkung auf die Vegetation wahrnehmen, so liegt dies vielmehr in gewissen anderen Eigenschaften des Kalkes, durch welche er bewirkt, daß den Kulturpflanzen andere nöthigere Aschenbestandtheile, als er selbst ist, dargereicht werden.

Hierher gehört vor Allem der Ihnen früher schon bemerkbar gemachte Umstand, daß der gebrannte Kalk die Verwesung des Humus (gleichgiltig, ob vegetabilischen oder animalischen Ursprunges) außerordentlich beschleunigt, wodurch der bekannte Salzgehalt dieses Humus schneller in Freiheit gesetzt wird, als es ohnedem stattgefunden hätte. Die Kulturpflanzen erhalten sonach bei Anwendung des gebrannten Kalkes auf humusreichen Boden in kürzerer Zeit mehr aufnehmbare Aschenbestandtheile, und können sich deßhalb kräftiger entwickeln. Daher denn auch die Nützlichkeit des gebrannten Kalkes bei der Urbarmachung der Torfmoore, wo durch beschleunigte Verwesung der für sich

Digitized by Google

allein fast unverweslichen Humussubstanzen ebenfalls eine Menge Salze in Freiheit gesetzt werden, welche späteren Kulturpflanzen zur Nahrung dienen können. Diese Wirkungen des Kalkes kannte man schon längst, allein man schrieb sie ohne Weiteres der Bildung eines den Pflanzen als Nahrung dienenden humussaueren Salzes zu, welche irrige Ansicht hier nochmals zu bekämpfen, nicht der Mühe werth ist, da in unserer sechsten Vorlesung ausführlich darüber verhandelt ward.

Eine andere günstige Wirkung kann aber der gebrannte Kalk in allen den Fällen zeigen, wo es gilt, Silikate zur schnelleren Verwitterung zu bringen, so daß in kürzerer Zeit mehr lösliche und für Pflanzen aufnehmbare Kieselsäure, sowie Alkalisalze im Boden der Felder frei werden. Hier wirkt der Kalk als brachebefördernd, wie schon weiter oben (S. 210) aus einander gesetzt wurde. Sie sehen demnach, meine Herren, wie es mit der „Reizung" durch Kalk, unter der man sich alles Mögliche, nur nicht das Richtige denken kann, steht, und erkennen, daß der Kalk in den meisten Fällen nur als ein indirekt ernährendes Düngungsmittel (vergl. S. 258) betrachtet werden darf, da er nicht sowohl selbst die Pflanzen ernährt, sondern vielmehr nur bewirkt, daß andere Nahrungsmittel, welcher die Pflanze von Seiten des Bodens bedarf, in einen aufnehmbaren Zustand versetzt werden. Giebt es daher weder Humus, noch verwitterbare Silikate im Boden, so wird das Herzuschaffen von Kalk von keinem Nutzen sein.

Die Schwefelsäure.

Das Augenmerk der Herren Oekonomen ist in der neuesten Zeit der Schwefelsäure, in ihrer Eigenschaft als Düngungsmittel, besonders stark zugelenkt worden, weil von verschiedenen Seiten her Mittheilungen erfolgten, die sämmtlich die kräftig düngende Wirkung der Schwefelsäure empfahlen. Um sich nun

Digitized by Google

eine angemessene Vorstellung von der Art der Wirkung der Schwefelsäure zu machen, muß ich vorausschicken, daß die Schwefelsäure eine außerordentlich kräftige Säure ist, welche daher große Neigung besitzt, sich mit allerhand basischen Körpern zu schwefelsaueren Salzen zu vereinigen, und um dieser Neigung nachzukommen, sogar andere Salze zu zersetzen vermag, wobei die schwächeren Säuren, z. B. Kohlensäure, Salzsäure, Salpetersäure u. s. w., gezwungen werden, der Schwefelsäure Platz zu machen. Bringt man daher Schwefelsäure mit der Ackererde zusammen, so kann es nicht fehlen, daß die vorhandenen Salze zersetzt und in schwefelsauere Salze umgewandelt werden, wobei die Bildung von schwefelsauerem Kalke (Gypse) als Eines der gewöhnlichsten Ereignisse voraussichtlich deßhalb anzusehen ist, weil bei dem schon oben angedeuteten weit verbreiteten Vorkommen des kohlensaueren Kalkes durch dessen Zusammenkommen mit Schwefelsäure nothwendig allemal Gyps entstehen muß. Ich glaube nicht, daß man auch nur den entferntesten Grund hat, die chemische Wirkung der Schwefelsäure auf den Boden in etwas Anderem als in einer Gypsbildung zu suchen, zumal die praktischen Erfahrungen, welche man bis jetzt bei der Anwendung der Schwefelsäure als Düngungsmittel zu machen Gelegenheit hatte, gleichfalls auf eine Gypsbildung ganz entschieden hinweisen, und durch die Annahme einer Gypsbildung vollkommene Erklärung finden, wie ich Ihnen im Nachfolgenden zeigen werde.

Die neuesten Versuche, welche in Betreff der düngenden Wirkung der Schwefelsäure angestellt wurden, lassen in der That nur eine Gypsbildung erkennen, obwohl die einfache Erkenntniß dieser Gypsbildung dadurch etwas verhüllt wird, daß man von „Fixirung der Schwefelsäure" statt von Gypsbildung spricht. Es wird aber die Bereitung dieser sogenannten fixirten Schwefelsäure folgendermaßen beschrieben. „Um jene Wasser-

Digitized by Google

verdünnung *) zu umgehen," so beschreibt der Ihnen Allen bekannte Oekonomie-Commissär Linke in Weißenfels sein Verfahren, die Schwefelsäure zu fixiren, oder, wie er meint, die Schwefelsäure auf trockenem Wege in Anwendung zu bringen, „nahm ich zwanzigfach verdünnte Schwefelsäure, welche dadurch erhalten ward, daß 2 Pfund Schwefelsäure in 20 Kannen (= 40 Pfund) im Hofe zusammengelaufenen Regenwassers eingegossen wurden. Es entstand bei dem Zusammenmengen beider Ingredienzien in dem halb gefüllten Eimer ein Aufbraußen, wodurch die Masse fast überlief. Mit dieser verdünnten Schwefelsäure konnte ich nunmehr mit einer Gartenspritze die auf einer Scheunentenne ausgebreitete Steinkohlenasche (4 Berliner Scheffel, die später zum Düngen von 1 Morgen Landes verbraucht wurden) gehörig netzen, und nachdem dieselbe mehrmals durchgearbeitet worden, wurde sie auf einem kegelförmigen Haufen, wie Seifensiederäscher, zusammengeworfen. In dieser Form blieb sie von früh 10 Uhr bis Nachmittags 4 Uhr, mithin 6 Stunden, stehen." Hinzugefügt wird noch, daß sich beim Zusatze der Schwefelsäure zu der frischen Braunkohlenasche Kohlensäure entwickelt habe, und daß bei dem ganzen Prozesse eine so große Erhitzung des Haufens entstanden sei, daß man Nachmittags bei dem Abmessen der Masse die Hand kaum darin zu leiden vermochte. Mit dieser Asche, durch welche die Schwefelsäure „fixirt" war, wurde das zu düngende Land bestreut. Betrachtet man nun diesen Vorgang des Zusammenbringens der Schwefelsäure mit Braunkohlenasche von dem chemischen Standpunkte, so wird bei dem bekannten Gehalte der Asche an kohlensauerem Kalke aus diesem kohlensaueren Kalksalze ein

*) Nach dem ursprünglich von Frankreich aus empfohlenen Verfahren, die Schwefelsäure als Düngungsmittel anzuwenden, soll man dieselbe mit 1000 Theilen Wasser verdünnen, und mit dieser Flüssigkeit die Felder begießen.

Digitized by Google

schwefelsaueres Kalksalz gebildet, was jedoch nur unter Austreibung der Kohlensäure und unter Erwärmung der ganzen Masse geschehen kann, Erscheinungen, die ebenfalls alle beide in dem vorstehend mitgetheilten Versuche wirklich wahrgenommen wurden, und die Sie mit Sicherheit als den Beweis anzusehen haben, daß wirklich schwefelsauerer Kalk d. h. Gyps entstanden ist. Die Schwefelsäure ist also nicht fixirt, sondern in ein schwefelsaueres Kalksalz umgewandelt worden, und alle Schlüsse, die man aus der Wirkung der Schwefelsäure als Düngungsmittel bei ihrer Verwendung auf diese Weise zu folgern gesonnen sein sollte, müssen einseitige sein, weil erstlich Alles, was der Schwefelsäure zugeschrieben werden kann, mit noch viel größerem Rechte dem nothwendig entstandenen Gypse zugeschrieben werden muß, und weil zweitens durch Anwendung der Braunkohlenasche noch andere Salze dem Boden zugeführt wurden, welche als Düngungsmittel wirksam waren. Kommt nun endlich noch dazu, daß nach den mit dieser sogenannten „fixirten" Schwefelsäure erhaltenen Resultaten sich ergab, daß sich dieses Düngungsmittel vorzugsweise bei solchen Pflanzen wirksam erwies, deren Aschenbestandtheile hauptsächlich durch Gehalt an schwefelsauerem Kalke ausgezeichnet sind, wie z. B. bei Esparsette, Luzerne, Erbsen u. s. w., so ist dieser Umstand ein anderweitiger Hinweis, daß die fixirte Schwefelsäure nicht als Schwefelsäure, sondern als Gyps von Nutzen war.

Eine andere Art der Anwendung der Schwefelsäure findet statt, indem man auf Grund guter Erfahrungen in Vorschlag gebracht hat, den Samen vor dem Aussäen mit verdünnter Schwefelsäure (1 Theil Säure auf 200 Theile Wasser) zu übergießen, und ruhig 12 Stunden stehen zu lassen. Der so befeuchtete Samen wird nun mit einem stäubigen Gemenge von gebranntem Kalke und Asche bestreut und gut durch einander gearbeitet, bis der vorher an einander geklebte Samen sich trennt,

Digitized by Google

worauf man den so präparirten Samen sogleich aussäet. Auch hier wird also eine Gypsbildung erzielt, die insbesondere den Futterpflanzen (Heu und Klee) sehr zu Statten kommt.

Aus Allem geht hervor, daß man es bei der bisherigen Anwendung der Schwefelsäure immer mit Gypsbildung zu thun hat, und daß die Anwendung bloser Schwefelsäure ohne Wirkung bleiben muß, wenn sie auf einem Boden angewendet wird, der keinen Kalk, mit dem sie sich zu Gyps verbinden kann, enthält.

Der Gyps.

Die Wirkung des Gypses als Düngungsmittels kann, soweit dieselbe durch untadelhafte praktische Versuche außer Zweifel gestellt worden ist, nur eine ganz direkte sein, indem er die Kulturpflanzen, die größere Mengen Gyps zur Nahrung brauchen, direkt ernährt, und es bedarf dies nach Dem, was bei der Schwefelsäure als Düngungsmittel soeben erörtert worden ist, wohl keiner weiteren Erwähnung, da wir ja gesehen haben, daß in allen den Fällen, wo Schwefelsäure günstig wirkte, dies nur durch den entstandenen Gyps geschehen konnte. Uebrigens ist zu bedenken, daß wohl überall die Anwendung des Gypses vortheilhafter d. h. billiger sein werde, als die Anwendung der Schwefelsäure, da die Schwefelsäure in einem bedeutend höheren Preise steht, als der Gyps. Denn während bei uns der Zentner Schwefelsäure ungefähr 4 Thlr. kostet, so kostet der Zentner gebrannter Gyps höchstens 2 Thlr.; und obschon die käufliche conzentrirte Schwefelsäure 80 Prozent, der Gyps dagegen noch nicht ganz 60 Prozent trockene Schwefelsäure enthält, so leuchtet doch ein, daß man, selbst vorausgesetzt, der bei der Anwendung von bloser Schwefelsäure nöthige Kalk, Asche und dergleichen koste gar nichts, immer wohlfeiler die Zwecke der Düngung mit Schwefelsäure d. h. mit schwefelsauerem Kalke erreichen werde, wenn man sogleich Gyps kauft

Digitized by Google

und anwendet, als wenn man sich Schwefelsäure kommen lassen wollte, um am Ende doch nichts Anderes als Gyps daraus darzustellen, der vor dem gekauften Gypse nichts voraus hat, als daß er mehr kostet.

Außer dieser im Vorstehenden besprochenen Wirkung des Gypses hat man aber noch eine zweite Art und Weise seiner Wirkung annehmen zu müssen gemeint, wodurch bewirkt werde, daß durch Vermittelung des Gypses gewisse andere Nahrungsmittel der Pflanzen im Boden zurückgehalten werden, die sonst als flüchtige Körper davon gehen würden. Es bezieht sich diese anderweitige Annahme der günstigen Wirkung des Gypses auf seine Eigenschaft, das mit dem Regenwasser aus der Luft herbeigeführte, oder das in Folge der Verwesung thierischer Substanzen im Boden entstandene kohlensauere Ammoniak in schwefelsaueres Ammoniak umzuwandeln, wodurch der sonst so flüchtige Körper in eine nichtflüchtige Form gebracht wird, so daß er jetzt dem Boden verbleibt, und abwartet, bis er von Seiten der Pflanzenwurzeln aufgenommen wird. Abgesehen davon, daß man sich von einer solchen gegenseitigen Zersetzung des kohlensaueren Ammoniakes und des schwefelsaueren Kalkes zu kohlensauerem Kalke und schwefelsauerem Ammoniake jeden Augenblick im Laboratorium überzeugen kann, wozu es nicht einmal nöthig ist, den Gyps im gebrannten Zustande anzuwenden, so soll auch folgende Beobachtung den Beweis liefern, daß derselbe Prozeß wirklich in der Natur auf dem Felde in gleicher Weise stattfindet, wobei Sie mir erlauben mögen, mich der eigenen Worte des Beobachters zu bedienen. „Ein kleines Gartenbeet," so berichtet er, „düngte ich mit frischem Pferdemiste, der gehörig damit vermischt wurde, säete in dieses Land Erbsen und Bohnen, und bestreuete darauf die Oberfläche mit einer Lage ungebrannten Gypses von der Dicke einer Linie. Das Beet wurde vor dem Regen durch eine Bedachung geschützt und in trockener Witterung

Digitized by Google

begossen. Die Erbsen und Bohnen gingen alle auf und wuchsen außerordentlich schnell und üppig. Bevor dieser Versuch angestellt wurde, untersuchte ich die dazu bestimmte Erde und den Gyps, beide zeigten nicht die geringste Spur eines kohlensaueren Salzes in ihrer Mischung. Als ich aber nach 3 Wochen den Gyps von der Oberfläche hinwegnahm und untersuchte, so fand ich, daß der größte Theil desselben in kohlensaueren Kalk umgewandelt war. Die ganze Erde, einen halben Fuß tief, brauste mit Säuren. Ich laugte die Erde mit kaltem Wasser aus, filtrirte die Flüssigkeit: sie gab nach dem Abdampfen eine nicht unansehnliche Menge schwefelsaueres Ammoniak."

Was nun mein Urtheil über diese Angelegenheit anlangt, so fällt es mir natürlich nicht im Entferntesten ein, an der Möglichkeit einer Zersetzung des Gypses und kohlensaueren Ammoniakes, sowie an der dadurch bewirkten Fixirung des Ammoniakes in der Form von schwefelsauerem Ammoniake zu zweifeln; allein ich möchte doch wissen, woher man für den vorliegenden Fall weiß, daß die Erbsen und Bohnen nicht so außerordentlich schnell und üppig gewachsen wären, wenn eine solche Fixirung des Ammoniakes im Boden nicht stattgefunden hätte, wenn vielmehr diese Pflanzen in Betreff ihres Bedarfes an stickstoffhaltiger Nahrung nur auf den Ammoniakgehalt der Atmosphäre beschränkt gewesen wären?

Aus der Schwerlöslichkeit des Gypses im Wasser erklärt sich zugleich die Erscheinung, daß seine Wirkung als Düngungsmittel keine schnell vorübergehende, sondern eine mehre Jahre andauernde ist.

Schließlich bemerke ich noch, daß von dem sogenannten „Gypsen" (so nennt man die Düngung mit Gyps) in allen den Fällen nichts zu erwarten ist, wo schon hinreichende Mengen im Boden vorhanden sind. Es ist dies zwar eine Sache, die sich von selbst versteht, indessen ist es mit dem Gypse wie mit vielen anderen Dingen gegangen. Man sah in einigen

Digitized by Google

Fällen günstige Wirkung, und erwartete nun, ohne jedoch den Grund dieser Wirkung zu kennen, denselben Erfolg in jedem anderen Falle. So erzählt Davy in seiner Agrikulturchemie, daß ein englischer Gutsbesitzer auf Zweien seiner Güter den Gyps ohne allen Erfolg als Düngung angewendet habe, und als er hierauf Anlaß nahm, den Boden der Felder zu untersuchen, fand er, daß überall Gyps in ausreichender Menge schon vorher vorhanden gewesen war. Ebenso würde es lächerlich sein, von dem Gypse eine Wiederherstellung der Fruchtbarkeit irgend eines Bodens, dem es an phosphorsaueren oder kieselsaueren Salzen gebricht, erwarten zu wollen.

Düngesalze.

Vorzugsweise versteht man bekanntlich unter Düngesalz die im Handel vorkommenden und zur Düngung schon seit langer Zeit verwendeten Abfälle von der Darstellung des Kochsalzes auf den Salinen, die aus einem Gemenge schwefelsauerer Salze bestehen, unter denen schwefelsauerer Kalk entschieden vorwaltet. In Betreff dieses Düngungsmittels und der Art seiner Wirkung läßt sich daher nicht viel Besonderes mittheilen, da Alles, was bei dem Gypse bemerkt wurde, im Allgemeinen auch hier wieder seine Geltung findet. Allein in einer weiteren Bedeutung pflegt man wohl auch mit dem Namen der Düngesalze alle diejenigen Düngungsmittel zu bezeichnen, die salzigen Geschmack besitzen, in denen also leicht im Wasser lösliche Salze sich befinden, und Sie könnten billig erwarten, daß ich auch diese Körper unter der Rubrik: „Düngesalze" zur Sprache bringe. Indessen wird die ganze Sache ziemlich kurz abzumachen sein, da sich das in Betreff dieser Salze Mittheilenswerthe wohl nur auf die salpetersaueren und salzsaueren Salze beschränkt, und wenn wir dabei die über diese Salze gemachten Erfahrungen entscheiden lassen, so haben wir es wiederum nur mit dem salpetersaueren Natrum, dem salpetersaueren Ammoniake und dem salz-

Digitized by Google

saueren Ammoniake (dem sogenannten Salmiake) zu thun, weil mit diesen Salzen solche Versuche angestellt worden sind, die mit Entschiedenheit für eine günstige Wirkung derselben, wenn sie als Düngungsmittel angewendet werden, sprechen. Sie entsinnen sich jedenfalls noch, daß gerade diese Salze, mit Einschluß des schwefelsaueren Ammoniakes, schon einmal den Gegenstand unserer Betrachtungen abgaben, als es in unserer letzten Unterhaltung galt, zu untersuchen, inwieweit stickstoffhaltige Düngesalze im Stande wären, den Pflanzen den nöthigen Stickstoffgehalt darzureichen, und es ist Ihnen wohl noch ebenso erinnerlich, daß wir die mit diesen Düngungsmitteln gewonnenen Resultate Kuhlmann's, in Beziehung auf die Frage nach der Fähigkeit der Stickstoffdarreichung von Seiten dieser Salze an die Kulturpflanze, als höchst ungenügend bezeichnen mußten, weil aus ihnen zwischen dem Stickstoffgehalte der angewendeten Salze und dem Mehrertrage des geernteten Heues nicht die mindeste Uebereinstimmung zu erkennen war. Allein Das ging doch mit Sicherheit aus diesen Versuchen hervor, daß bei Anwendung dieser Salze zur Düngung ein Mehrertrag der Ernte erzielt wurde, und es fragt sich, wie diese Salze wirkten. Bevor wir nun eines Besseren belehrt werden, bleibt nichts übrig, als die günstige Wirkung dieser Salze zunächst ihren Basen zuzuschreiben (z. B. dem Natrum im salpetersaueren Natrum), oder den als Verunreinigung auftretenden anderen Salzen der rohen käuflichen Salze (z. B. dem Kochsalze im rohen Salmiake), und es einstweilen dahin gestellt sein zu lassen, welche Rollen die Säuren dieser Salze bei der Düngung im vorliegenden Falle spielten. Daß übrigens eine angestellte Berechnung gelehrt hat, daß bei Anwendung aller dieser Salze, trotz des nicht unbedeutenden Mehrertrages an Heu, dennoch nichts gewonnen wurde, da die Anschaffungskosten dieser Düngungsmittel größer waren, als der Erlös aus dem Mehr-

Digitized by Google

ertrage hat begreiflicher Weise auf die theoretisch mögliche Brauchbarkeit solcher Düngungsversuche nicht den geringsten Einfluß; inzwischen durfte ich Ihnen diese Thatsache nicht vorenthalten, damit sich an die Erwähnung der günstigen Wirkung dieser Düngesalze nicht etwa Hoffnungen für Ihre Praxis knüpfen möchten, deren Realisirung bei dem jetzigen Preise der genannten Ammoniaksalze, sowie des salpetersaueren Natrums durchaus nicht zu erwarten steht.

Der Mergel.

Der Mergel ist ein Gemenge von kohlensauerem Kalke und Thon, welches je nach dem Reichthume an Kalk oder Thon wohl auch mit Kalkmergel oder Thonmergel bezeichnet wird. Beigemengt sind ihm gewöhnlich, außer Sand, kleine Quantitäten von schwefelsauerem Kalke, von noch unzersetztem blos mechanisch zerriebenem Feldspathe und Schwefelkies, zerriebene Muschelschalen, Eisenoxyd, Manganoxyd und kohlige humusartige Substanzen (von welchen letzteren drei Körpern die verschiedenen Färbungen des Mergels herrühren); stets enthält er kleine Mengen von Kali- und Natrumsalzen, und endlich ist es höchst wahrscheinlich, daß er nur selten frei von phosphorsaueren Salzen sein mag.

Wir haben vor Kurzem eine Reihe von Untersuchungen verschiedener Mergelarten erhalten, die Ihnen eine gute Einsicht in die Zusammensetzung des Mergels verschafft.

100 Theile nachstehender Mergelarten enthalten

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kohlens. Kalk	12,275	14,111	18,808	20,246	25,176	32,143	36,066
Kohlens. Magn.	0,975	Spuren	1,228	3,211	2,223	1,544	1,106
Kali . . .	0,087	0,082	0,092	0,091	0,105	0,101	0,163
Wasser. . .	2,036	2,146	2,111	1,311	1,934	1,520	1,555
Thon, Sand, u. Eisenoxyd .	84,525	82,830	76,827	74,325	69,570	64,214	60,065
Ammoniak .	0,0047	0,0077	0,0088	0,0768	0,0736	0,0955	0,0579

Digitized by Google

Knocker, von welchem diese Untersuchungen herrühren,*) bemerkt dabei ausdrücklich, daß in den verschiedenen Mergeln überall auch Natrum, Mangan und Phosphorsäure, obschon in nur sehr geringer Menge, von ihm aufgefunden worden sei.

Uebrigens besitzt zwar der Mergel meist eine steinartige Beschaffenheit, allein an der Luft zerfällt er sehr bald zu einer sehr fruchtbaren Erde, in welcher die verschiedenartigsten Pflanzen gut gedeihen. Der letzte Umstand hat ohne Zweifel Veranlassung gegeben, daß man ihn als Düngungsmittel vorgeschlagen, und auch hin und wieder mit gutem Erfolge angewendet hat.

Bei so mannigfach zusammengesetzter Beschaffenheit hält es nun allerdings schwer, ein allgemeines Urtheil über die Wirkungsweise des Mergels als Düngers zu fällen, und es ist in dieser Beziehung nicht zu verwundern, wenn sich in der neuesten Zeit die verschiedenartigsten Ansichten über diesen Gegenstand geltend zu machen versuchten; allein so viel scheint aus allen bis jetzt bekannt gewordenen Erfahrungen hervorzugehen, daß das Auffahren von blosem Mergel auf einem völlig erschöpften Felde, ohne gleichzeitige Anwendung anderer Düngungsmittel, von gar keiner Wirkung sei (man müßte sich denn entschließen, den Mergel fußhoch aufzufahren, was nirgends geschehen wird), und daß daher seine Wirkung bei gleichzeitiger Anwendung anderer Düngungsmittel, wenn nicht gänzlich, so doch zum größten Theile nur auf einer mechanischen Verbesserung der Bodenbeschaffenheit des Feldes beruhe. Als wirkliches Düngungsmittel, in der von uns gebrauchten Bedeutung dieses Wortes, kann er bei der Geringfügigkeit seiner anderen oben genannten Beimengungen nur in den Fällen wirken, wo es dem Boden an Kalk gänzlich fehlt, und wenn daher durch „Mergeln" wei-

*) Vergl. Knocker's Untersuchung einiger Mergelarten, in Liebig's Annalen der Chemie. Bd. 57. S. 373. f.

Digitized by Google

ter nichts beabsichtigt wird, als diesem Kalkmangel abzuhelfen, so thut man jedenfalls klüger, nur Kalk herbeizuschaffen, was bei dem geringen Gewichte natürlich weniger Kosten verursachen muß, als wenn man die so großen Massen Mergel zu transportiren hat. Etwas Anderes ist es freilich, um es nochmals zu wiederholen, wenn die mechanische Bodenbeschaffenheit des Feldes durch den Mergel verändert werden soll; aber dann ist er kein Düngungsmittel, und der Chemiker hat mit ihm nichts zu schaffen.

Gebrannter Thon.

Bereits weiter oben (S. 211) wurde des günstigen Einflusses gedacht, welchen das „Brennen" auf Thon-, Lehm- und Mergelboden ausübt, und gezeigt, wie dieses Verfahren lediglich nichts Anderes bewirke, als eine Beschleunigung der Verwitterung gewisser Bodenbestandtheile, wodurch Pflanzennahrungsstoffe in die für die Pflanzen aufnehmbare Form gebracht werden.

Wenn Sie sich die Entstehung des Thones, Lehmes und dergleichen Dinge, wie solche in dem über Verwitterung handelnden Abschnitte dargelegt wurde, ins Gedächtniß zurückrufen wollen, so wird Ihnen noch erinnerlich sein, daß diese Substanzen das Produkt der Verwitterung gewisser Silikate waren, wobei vorzugsweise im Wasser lösliche kohlensauere Kali-, Natrum-, Magnesia-, Kalk- und Eisensalze, sowie im Wasser lösliche Kieselsäure entstanden, welche in den bei Weitem meisten Fällen durch Wasser ausgewaschen und fortgeführt wurden, während Das, was wir mit dem Namen des Thones oder Lehmes bezeichnen, unaufgelöst blieb. Dieser so entstandene Thon, Lehm u. s. w. enthält aber immer noch mehr oder minder große Mengen derselben Silikate, aus denen er selbst entstanden war, im unzersetzten Zustande, so daß unter günstigen Verhältnissen der Verwitterungsprozeß noch fortdauernd seine Thätigkeit an diesem Materiale üben, und somit noch fortwährend im Wasser lösliche

Digitized by Google

und den Pflanzen als Nahrung dienende Salze aller Art bilden kann; des Umstandes ganz zu geschweigen, daß der Lehm und Thon vermöge seiner Eigenschaft, für Wasser bis auf einen gewissen Grad undurchdringlich zu sein, einen Theil bereits im Wasser löslicher Substanzen mechanisch zurückzuhalten vermag, wovon er in dem Zustande, in dem er gewöhnlich in der Natur vorkommt, durch Auswaschen nicht völlig befreit werden kann. Solch ein fortgesetzter Verwitterungsprozeß des Thones, Lehmes u. s. w. findet nun in der Ackerkrume unserer Felder, sowie überall dort statt, wo diese Materialien unter Umstände gebracht werden, daß zu ihnen die Atmosphäre mit ihren Bestandtheilen in ausreichendem Grade und jedenfalls energischer, als es an der natürlichen Lagerstätte dieser Substanzen, z. B. in den Thon- und Lehmgruben, der Fall ist, hinzutreten kann. Daher hat man denn guten Grund zu erwarten, daß derselbe Thon oder Lehm, welcher bei seiner Untersuchung unmittelbar nach dem Herausnehmen aus den Gruben nur wenig im Wasser oder in kohlensauerem Wasser lösliche (und somit von Seiten der Pflanzen aufnehmbare) Bestandtheile enthält, weit mehr solche Bestandtheile werde aufzuweisen haben, wenn er längere Zeit der Einwirkung der Atmosphäre (der Verwitterung) ausgesetzt gewesen ist. Dieser auf die wissenschaftliche Erkenntniß der Entstehung des Thones und Lehmes gestützten Vermuthung wird aber durch die chemische Erfahrung auf das Genügendste entsprochen, wie Sie aus nachstehender Tabelle*) ersehen mögen.

---

*) Vergl. Stöckhardt's Mittheilung: Lehm als Düngemittel, in der landwirthschaftlichen Zeitschrift, herausgegeben von dem landwirthschaftlichen Hauptvereine für das Königreich Sachsen. 1846. Heft 1. S. 16.

Digitized by Google

1000 Theile Lehm, aus einer und derselben Grube, enthielten nachstehende Mengen im Wasser, sowie in verdünnter Salzsäure löslicher Bestandtheile, (nach Abzug des Eisens und der Thonerde):

	Frisch aus der Grube genommener Lehm.	50 Jahre alter zu einer Pisémauer verwendeter Lehm.	100 Jahre alter, zum Baue eines Hauses gebrauchter Lehm.
Durch Wasser ausziehbare Substanzen	2,20	0,13	2,50
Durch verdünnte Salzsäure ausziehbare Substanzen .	2,60	14,50	31,87
Summa	2,80	14,63	34,37

Indessen kann dieser der Verwitterung zuzuschreibende Einfluß auf Darstellung von in Wasser löslichen Salzen des Lehmes und Thones durch Erhitzung in weit kürzerer Zeit herbeigeführt werden, wie ebenfalls durch Stöckhardt direkt gezeigt worden ist.

Es gaben nämlich 1000 Theile Lehm folgende Mengen in Wasser und in verdünnter Salzsäure löslicher Salze (nach Abzug des Eisens und der Thonerde):

	Frisch aus der Grube.	Bis 150 °C. eine Stunde lang erhitzt.	Bis zum angehenden Glühen eine Stunde lang erhitzt.	Bis zum heftigen Weißglühen zwei Stunden lang erhitzt.
Durch Wasser ausziehbare Substanzen . . .	0,20	0,33	1,50	1,87
Durch verdünnte Salzsäure ausziehbare Substanzen .	2,60	6,50	25,00	27,13
Summa	2,80	6,83	26,50	29,00

Digitized by Google

Diese Betrachtungen und Untersuchungen stellen die günstige Wirkung, welche das Düngen mit solchen Materialien, z. B. mit Ziegelmehl und dergleichen gebrannten Lehm- und Thonsubstanzen, auf die Vegetation haben muß, außer allem Zweifel, und es ist nicht die mindeste Ursache vorhanden, diese günstige Wirkung in anderen Dingen, etwa in dem sogenannten Fixiren atmosphärischen Ammoniakes von Seiten des gebrannten Ziegels, wie mehrfach geschehen ist, erkennen zu wollen. Ob freilich die Düngung mit für Düngungszwecke speziell gebrannten Thon- und Lehmarten eine die Kosten lohnende sei, ist eine ganz andere Frage, die in ihrer Allgemeinheit gar nicht beantwortet werden kann, da man sich stets nach der Lokalität und nach den Zwecken, die man mit der Düngung erreichen will, wird zu richten haben; es muß deren Beantwortung jedesmal dem besonders vorliegenden Falle angepaßt werden, und allgemeine Regeln lassen sich dabei gar nicht ertheilen. Uebrigens ist es, um dies beiläufig zu bemerken, ein Irrthum, annehmen zu wollen, daß man mit einer solchen Lehmdüngung die Düngung mit Stallmist, wenn es darauf ankommt, insbesondere phosphorsauere Salze herbeizuschaffen, ersetzen können, da der Lehm viel zu wenig solche Salze besitzt.

Die Bewässerung oder Berieselung.

Trotz der abscheulichsten Vernachlässigung des Ackerbaues jetziger Zeit, giebt es kaum ein fruchtbareres Land als Aegypten. Diese Fruchtbarkeit, die schon seit Jahrtausenden besteht, wird erhalten durch eine Düngung, welche an Großartigkeit ihres Gleichen sucht, und der gegenüber Menschenwerk als Kinderspiel erscheint. Die Natur in ihrer Allgewalt selbst läßt sich herab, die Felder Aegyptens zu düngen, indem sie sich der Gewässer des Nils bedient, den Dünger herbeizuführen. Die Verwitterung des granitischen Habessinischen Hochgebirges liefert uner-

Digitized by Google

meßliches Material der fruchtbarsten Ackererde, welches während der periodischen Regenzeit von dort fortgeschwemmt, bei dem dadurch bedingten regelmäßigen Austreten des Nils in den Niederungen Aegyptens alljährlich abgesetzt, und auf den Kulturboden in Form von Schlamm ausgebreitet wird.

Wir haben bereits in unserer fünften Unterhaltung nachgewiesen, wie durch die Verwitterung außer anderen Salzen noch besonders im Wasser lösliche Kieselsäure und kohlensauere Alkalien erzeugt werden, und wenn wir daher finden, daß in dem abgesetzten Nilschlamme Kulturpflanzen gedeihen, deren größte Bodenbedürfnisse Kieselsäure und Alkalien sind (die Halm- und Schilfgewächse der verschiedensten Arten des Getreides, des Zuckerrohres, der Baumwolle, also sämmtlich Kieselpflanzen), so kann es wohl kein Fehlschluß genannt werden, wenn man behauptet, daß die eben erwähnten Körper im Boden wirklich vorhanden sein mußten, oder daß doch die Bedingungen, unter denen solche Körper entstehen, nothwendig zugegen waren. Betrachtet man nun den Vorgang der Nilüberschwemmung genauer, und faßt dabei nur die Herbeischaffung derjenigen Bodenbestandtheile, welche den aufgezählten kultivirten Kieselpflanzen Aegyptens dargereicht werden müssen, besonders scharf ins Auge, so ergiebt sich das zweifache Verhältniß. Theils nämlich wird die Kieselsäure in löslichem Zustande von dem Wasser herzugeführt, und verbleibt bei der späteren Vertrocknung des ausgetretenen Wassers, welches bekanntlich nur zum Theile wieder abläuft, dem Boden der Felder, theils wird sie im Boden der Felder erst nachträglich durch Verwitterung erzeugt, was um so schneller geschieht, je feiner der abgesetzte Schlamm und je reichlicher Kohlensäure*) vorhanden ist, welche

*) Es kann an großen Mengen von Kohlensäure, welche sich im Boden bildet, in Folge des raschen Verwesens und Faulens organischer Körper (Humus u. s. w.) bei der großen Wärme und Feuchtigkeit nicht fehlen,

Digitized by Google

die verwitterungsfähigen Silikate des Schlammes zersetzt. Durch die natürliche Bewässerung Aegyptens wird daher, abgesehen von allen übrigen damit verbundenen Vortheilen, für die Kulturpflanzen aufnehmbares Bodenmaterial, und zwar ins Besondere Kieselsäure herzugeschafft; mit einem Worte, der Boden wird in einer Weise gedüngt, daß mit Nutzen Kieselpflanzen darauf kultivirt werden können.

Was aber am Nile ganz in großem Maßstabe vor sich geht, Das findet bei allen anderen Bächen und Flüssen, natürlich nur in viel kleinerem Verhältnisse, statt; auch hier bleibt, wenn sie ausgetreten waren, Schlamm zurück, welcher, wenn anders die übrigen der Vegetation günstigen Bedingungen vorhanden sind, Aehnliches bewirkt. Schilfe, Gräser und andere Kieselpflanzen gedeihen in mit solchem Schlamme gemengten Boden vorzugsweise gut, und sprechen somit gleichfalls für die Richtigkeit der eben entwickelten Ansicht der Wirkung des Nilschlammes **).

---

und es ist aus dem früher über die Verwitterung Mitgetheilten ersichtlich geworden, welch mächtiges Agens die Kohlensäure bei der Verwitterung der Silikate abgiebt.

**) Wir besitzen eine Untersuchung des Nilschlammes von Lassaigne. Dieser Untersuchung zu Folge hat der Nilschlamm das bräunlichgelbe Ansehen eines feinen eisenhaltigen Thones, klebt an der Zunge nur sehr wenig an, und ist zart, etwas seifenartig anzufühlen. Obwohl scheinbar trocken, verlor er doch bei 80° R. getrocknet noch 8,5 Prozent an Gewicht. Er enthielt in 100 Theilen:

42,50	Kieselsäure
24,25	Thonerde
13,65	Eisenoxyd
3,85	kohlensaueren Kalk
1,05	kohlensauere Magnesia
2,80	Humussäure und stickstoffhaltige organische Materie (mit den dazu gehörigen von Lassaigne aber weiter nicht besonders untersuchten Aschenbestandtheilen)
10,70	Wasser.
100,00	

Digitized by Google

Indessen bedarf es durchaus nicht des durch vorher gefallenen starken Regen bedingten Austretens, um dem Wasser der Bäche und Flüsse diejenigen Bestandtheile, welche zu düngen, d. h. welche den Kulturpflanzen Nahrung zu liefern vermögen, zu entziehen, vielmehr wird dasselbe bei jeder künstlich zu Wege gebrachten Bewässerung des Bodens gleichfalls stattfinden, wie durch die vielfach versuchte und als bewährt gefundene Wiesenwässerung oder Wiesenberieselung bestätigt wird. Ich kann wohl ohne Weiteres voraussetzen, daß Ihnen Allen das dabei einzuschlagende technische Verfahren hinreichend bekannt ist, um so mehr, als gerade in der neuesten Zeit dieser Gegenstand lebhaftes Interesse unter den Herren Oekonomen zu erregen im Stande gewesen ist; daher ich der Kürze wegen hier nur Dasjenige hervorheben werde, was als spezieller Nachweis für die düngende Wirkung der Wiesenbewässerung betrachtet werden muß.

Die Bewässerung des Bodens wird je nach den lokalen Verhältnissen und anderen Umständen auf doppelte Weise ausgeführt, indem man entweder ganze Strecken unter Wasser setzt, und durch freiwillige Verdampfung des Wassers an der Luft bewirkt, daß alles chemisch, sowie mechanisch aufgelöste Material im überschwemmten Boden zurückbleibt (ein Hergang, der gar häufig bei unseren Wiesen beobachtet werden kann, und den ich in den Ebenen der Lombardei in sehr großem Maßstabe täglich auf den Reis- und Maisfeldern ausführen sah), oder, indem man das in einer geneigten Ebene gelegene Kulturland mit einem fortwährenden sehr schwachen Strome Wasser sehr gleichmäßig überrieseln läßt, wobei man jedoch Sorge trägt, daß das Wasser wo möglich Alles, was es mechanisch aufgelöst enthält, abgesetzt habe, ehe es von dem Kulturboden wieder abläuft. Zu diesem Endzwecke hat man bekanntlich die sehr zweckmäßige Einrichtung getroffen, daß das Wasser nicht so ohne Weiteres

Digitized by Google

über den Boden hinlaufen kann; vielmehr wird es gezwungen, von Zeit zu Zeit in kurzen Entfernungen aufgeführte kleine Dämme zu überschreiten, hinter welchen ein Theil des Wassers stehen bleibt und zur Ruhe kommt, wobei es nach bekannten mechanischen Gesetzen Das, was es mechanisch suspendirt enthält, fallen läßt. In allen Fällen der Bewässerung und Berieselung sehen Sie also, daß materielle Dinge, die den Pflanzen als Bodenbestandtheile zur Nahrung dienen können, herzugeschafft werden, und es versteht sich von selbst, daß chemisch reines Wasser, wenn dergleichen wirklich vorkommen und zur Bewässerung des Bodens angewendet werden sollte, ohne allen Nutzen sein würde; der einzige Fall ausgenommen, wo zu erweisen stände, daß zwar die der Kulturpflanze nöthigen Salze im Boden vorhanden seien, daß es jedoch in Folge der Trockenheit des Bodens den Pflanzenwurzeln nicht möglich wäre, von diesen trockenen Salzen Gebrauch zu machen. Hier würde Bewässerung selbst mit ganz reinem Wasser von dem entschiedensten Nutzen sein, da es die Salze des Bodens löslich und für die Pflanze aufnehmbar macht. Allein in einem solchen Falle kann man dieses Wasser nur als ein indirekt ernährendes Düngungsmittel, in dem weiter oben (Seite 258) gebrauchten Sinne, betrachten.

Somit wären wir denn am Ende unserer Untersuchungen der hauptsächlichsten mineralischen Düngungsmittel, welche in der landwirthschaftlichen Praxis bisher angewendet wurden, angelangt, und in dem guten Glauben, daß ich nichts wesentlich auf diese Düngung Bezügliches vergessen habe, würde ich mir erlauben, unsere heutige Versammlung aufzuheben, wenn nicht ein einziger Punkt mir noch einige Sorge machte. Möglich, daß ich ganz unnöthiger Weise besorgt bin, und daß ich mir sogar durch das nochmalige Vorbringen einer in Ihren Augen längst abgemachten Sache den Vorwurf überflüssiger

Digitized by Google

Breite zuziehe; allein wo es gilt, irrige Ansichten zu bekämpfen, da sind Wiederholungen stets an ihrem Platze, insofern man dieselben mit einem stehenden Heere vergleichen kann, welches die Waffen nie aus den Händen legen darf, aus Furcht vor der Rückkehr der Feinde d. i. der irrigen Ansichten.

Nicht leicht sind aber vorgefaßte Meinungen und irrige Ansichten über einen Gegenstand der Agrikultur so verbreitet, als gerade über die Wirkung der mineralischen Düngungsmittel, was begreiflicher Weise nicht anders sein konnte, weil man die Ursachen dieser Wirkung so gut wie gar nicht kannte. Bald hatte der Eine beobachtet, daß dieses oder jenes Düngungsmittel ihm seine Dienste versagte, während es doch seinem Nachbar sich nützlich erwies; bald war die Losung eines Theiles der Herren Oekonomen: „man mergele so viel man kann", während dieselbe dem anderen Theile lächerlich erschien; bald hörte man ein mineralisches Düngungsmittel ganz allgemein preisen, und es häuften sich Erfahrungen über Erfahrungen, die sämmtlich beweisen sollten, daß der Ertrag ins Unglaubliche dadurch gesteigert werde, während es nicht lange dauerte, daß dasselbe Mittel völlig verdammt wurde; bald hieß es, die Schwefelsäure oder der Gyps verbessert den Boden jeder Art, bald wieder wollte man bemerkt haben, diese Dinge verschlechterten ihn auf jede Weise. Die Herren Theoretiker waren dabei am Schlimmsten daran, denn sie durften nicht müde werden, Erklärungen auf Erklärungen zu ersinnen; bald erwies sich nach ihrer Ansicht dasselbe Mittel in dem einen Falle „zu reizend", bald in einem anderen Falle „zu wenig reizend", u. s. w. Was aber „Reiz" sei, das weiß bis zu diesem Augenblicke noch Niemand; es müßte denn Jemand behaupten, „Reiz" sei ein wohlerfundenes, allemal dann zu brauchendes Wort, wo man sich schäme, sein Nichtwissen einzugestehen.

Digitized by Google

Die Chemie, meine Herren, kennt keinen reizenden, sie kennt nur nährenden Dünger; die Chemie weist nach, daß die vegetabilische, sowie die animalische Düngung nur durch Darreichung der Aschenbestandtheile der Pflanzen (genau in der Weise, wie die mineralische Düngung) wirke, und ist der Meinung, daß zwar in den meisten Fällen, wo man diesen organischen Dünger haben kann, er der billigste sein wird, daß er jedoch in allen den Fällen, wo man ihn nicht haben kann, durch Düngesalze (im weitesten Sinne des Wortes) werde zu ersetzen sein.

Digitized by Google

Zwanzigste Vorlesung.

Liebig's Patent-Dünger.

Meine Herren!

Durch die Erfindung des Liebig'schen Patentdüngers ist der gesammten Landwirthschaft eine zukünftige völlig neue Gestaltung vorbereitet worden, und es ist meine feste Ueberzeugung, daß diese Gestaltung eine segensreiche sein werde, obschon noch Wenige der praktischen Landwirthe eine Ahnung davon haben. Zwar werden Sie insgesammt bereits mancherlei auf diesen Gegenstand Bezügliches vernommen haben, indessen bitte ich um die Erlaubniß, Ihnen heute die diesen Gegenstand betreffenden Aktenstücke Liebig's, so wie der beiden Fabrikanten dieser Düngungsmittel vorlegen zu dürfen; das nächste Mal werde ich Gelegenheit nehmen, dazu meine besonderen Bemerkungen zu machen.

Im Herbste des Jahres 1845 erschien zu Liverpool unter dem Titel: Addresse an die Landwirthe Großbritanniens u. s. w.*) eine kleine Druckschrift, in welcher Liebig die Grundsätze und

*) An address to the agriculturists of Great Britain, explaining the principles and use of his artificial manures, by Professor Justus Liebig. Liverpool, 1845.

Digitized by Google

den Gebrauch künstlicher Düngungsmittel entwickelte; dieser Liebig'schen Auseinandersetzung war eine kurze Mittheilung der englischen Fabrikanten Muspratt u. Comp. an die Spitze gestellt, welche in möglichst getreuer Uebersetzung folgendermaßen lautet:

„Durch die genaue Erkenntniß derjenigen Bestandtheile des Bodens, welche zur Ernährung der Kultur-Pflanzen dienen und daher mit der Ernte von dem Felde entfernt werden, durch die spezielleste Untersuchung derjenigen Eigenschaften, welche den verschiedenen Arten des Stalldüngers die fruchtbarmachenden Kräfte ertheilen, sowie durch die sorgfältige Erforschung der Ursachen, weßhalb Guano und andere künstliche Düngungsmittel in einigen Fällen so äußerst günstige Resultate erzeugten, während sie sich in andern Fällen gänzlich wirkungslos erwiesen, ward Liebig darauf geführt, künstliche Verbindungen verschiedener Stoffe ausfindig zu machen, welche nicht allein die Stelle des besten Stallmistes mit Vortheil zu ersetzen vermögen, sondern durch welche zugleich die Nachtheile des Guano vermieden werden, und welche von einer solchen Beschaffenheit sind, daß die verschiedenen Feuchtigkeits-Zustände der Luft während des Pflanzenwachsthumes, oder die verschiedene Oertlichkeit ꝛc., ihre Wirksamkeit nicht vermindern können."

„Wenn es als eine pflanzen-physiologische Thatsache angesehen werden muß, daß nicht alle Pflanzen dem Boden dieselben festen oder flüchtigen Mineral-Bestandtheile entziehen (so daß z. B. die Stoffe, welche mit einer Weizenernte von dem Felde entfernt werden, verschieden sind von denen, welche mit einer Ernte Rüben oder Kartoffeln ꝛc. dem Boden entführt werden), so ist ganz klar, daß man es als eine Stoffverwüstung ansehen muß, wenn man den Boden ohne Unterschied düngen wollte, d. h. ohne besondere Rücksicht auf die jedesmalige Art der zu erzielenden Ernte zu nehmen, und die Erfindung des Professors Liebig, welche durch ein Patent geschützt ist, hat

Digitized by Google

zunächst die Absicht, für jede verschiedene Feldfrucht ein verschiedenes und zwar gerade das am Meisten entsprechende Düngemittel künstlich darzustellen."

„Obgleich die Fruchtbarkeit unserer Felder hauptsächlich von den mineralischen Bestandtheilen des Bodens abhängt, so darf man doch nicht annehmen, daß die sonstige Beschaffenheit des Bodens und der anderweitige Zustand, in welchem sich derselbe befindet, ganz ohne Einfluß sei. Es wird durchaus nicht behauptet, daß bei dem Gebrauche dieser neuen Liebig'schen künstlichen Düngungsmittel die mechanischen landwirthschaftlichen Operationen, welche bekanntermaßen zur Steigerung der Fruchtbarkeit des Bodens viel mit beitragen, entbehrt werden können; im Gegentheile, überall, wo man diese Operation auf die beßte und sorgfältigste Weise durchführt, da wird auch die Wirkung der künstlichen Düngungsmittel am Größten sein, deren Zweck ja einzig und allein der ist, dem Felde wiederzuerstatten, was ihm entnommen ward, also diejenige Bedingung herbeizuführen, unter welcher allein eine günstige Ernte mit Sicherheit erwartet werden kann. Und obwohl der Erfinder diesen künstlichen Mischungen solche Stoffe einverleibte, welche deren Anwendung auf jedweder Bodenart zulässig machen, so wird es doch mit Rücksicht auf jeden speciellen Fall nicht ohne Nutzen sein, wenn man die Fabrikanten von der jedesmaligen Bodenbeschaffenheit, bei welcher man sich dieser künstlichen Düngungsmittel bedienen will, in Kenntniß setzt, da von Seiten der Fabrikanten stets darauf Rücksicht genommen werden muß, ob der zu düngende Boden sandig oder kalkig, thonig oder lehmig, leicht oder steif sei."

„In Betreff des Kostenaufwandes, welcher mit dem Gebrauche dieser Düngungsmittel verknüpft ist, wird ein kleiner Ueberschlag sogleich zeigen, daß die neue Art zu düngen wohlfeiler sei, als die bisher gewöhnliche Düngung. Nehmen wir z. B. das neue Düngmittel für Weizen, so kostet zwar die

Digitized by Google

Tonne desselben 10 Pfund Sterling*); allein um einen Acker**) zu düngen, sind davon nur 5 Centner nothwendig, und da auch das kleinste Theilchen der ganzen Masse dieses Düngers von Bedeutung ist und auf die zu erwartende Weizenernte vortheilhaft wirken muß, so bezahlt der Landwirth nur solche Stoffe, welche ihm wirklich von Nutzen sind, während er bisher seinen Feldern mit dem Unentbehrlichen und Brauchbaren noch Entbehrliches und Unbrauchbares zuführte und für Beides nach gleichem Maßstabe zahlen mußte."

„Endlich ist nicht zu übersehen, daß diese neuen Düngungsmittel den Fruchtwechsel, sowie die Brache unnöthig und überflüssig machen; bei Anwendung dieser Düngungsmittel wird man eine und dieselbe Frucht Jahr um Jahr auf einem und demselben Felde bauen können."

„Es wurde schon bemerkt, daß die Zusammensetzung der „Patent-Düngmittel" von der Art ist, daß dadurch den unsicheren Wirkungen des Guano vorgebeugt wird. Man macht daher denjenigen Landwirthen, welche Stallmist oder Guano anwenden, den Vorschlag, sich gleichzeitig der „Patent-Düngmittel" zur Ueberdüngung zu bedienen, obwohl, wie leicht zu begreifen, nicht in derselben Quantität, als in dem Falle, wo irgend ein anderes Düngungsmittel nicht mit angewendet ward. Jedenfalls wird der Landwirth am Besten im Stande sein, sich nach und nach so einzurichten, daß er weiß, wie viel er von

---

*) Eine Tonne wiegt bekanntlich 20 Centner, und 1 Pfund Sterling gilt circa 7 Thaler. Dies macht also 3 Thlr. 15 Ngr. (circa) den Centner.

**) Ein englischer Acker ist etwas kleiner als ein sächsischer Acker, da $\frac{7}{10}$ Theile eines sächsischen Ackers (1 Acker = 300 □.Ruthen) beinahe 1 englischen Acker ausmachen. Es würde demnach eine volle Weizendüngung für 1 sächsischen Acker Land auf circa 24 Thaler zu stehen kommen.

Digitized by Google

dem neuen Düngungsmittel in solchen Fällen zu nehmen habe, um nicht gerade zu verschwenden."

„Beim Gebrauche dieser „Patent-Düngmittel" kommt Kalk, Gyps u. s. w. für Grasland, möge dies angesäet oder Wiese sein, sowie für Klee, völlig in Wegfall."

„Die „Patent-Düngmittel" können breit ausgeworfen oder in Furchen eingestreut werden. Hat man diesen Dünger auf der Oberfläche ausgestreut, so wird jeder kleine Regenschauer etwas davon auflösen; das Wasser bringt alsdann damit gesättigt in den Boden ein, und bringt das Düngmittel mit den aufsaugenden Wurzelenden in Berührung. Man kann es unter allen Umständen als Regel betrachten, daß man den „Patent-Dünger" so flach als möglich und in einer kleinen Entfernung von dem Samen in den Boden einzubringen hat."

„Die Fabrikanten haben die Fabrikation dieser Düngmittel unter die Oberaufsicht eines sehr achtbaren (vom Professor Liebig empfohlenen) Chemikers gestellt und können versichern, daß kein Düngmittel verabreicht werden wird, welches nicht die volle Quantität fruchtbarmachender Stoffe besitzt, in der genauesten Uebereinstimmung mit den Grundsätzen des Erfinders."

„Düngmittel aller Art werden zur Zeit der Aussaat vorräthig sein, und da die Zeit zur Aussaat des Weizens vor der Thür ist, so ersuchen wir höflichst diejenigen Abnehmer, welche mit Nr. 1. einen Versuch zu machen geneigt sind, uns so bald als möglich von der Quantität, deren sie bedürfen, in Kenntniß zu setzen."

„Schließlich bitten wir noch, daß man, da die Lösung der Aufgabe, künstliche Düngmittel herzustellen, eine der größten Wohlthaten für das Gemeinwohl ist, uns alle mittels unserer Düngmittel erzielten Resultate mittheile oder dieselben so weit als möglich veröffentliche. Wir werden folgende Düngersorten vorräthig halten:

Digitized by Google

Nr. 1. Dünger für Weizen, Roggen, Gerste, Hafer,
Nr. 2. " für Kartoffeln, Rüben, Mangelwurzeln (Runkelrüben), rothe Rüben, Pastinaken und alle Knollengewächse,
Nr. 3. " für Gras,
Nr. 4. " für Klee, Luzerne, Erbsen, Bohnen,
Nr. 5. " für Tabak,
Nr. 6. " für Flachs."

„Der Preis per Tonne Weizendünger beträgt 10 Pfund Sterling baare Zahlung in Liverpool."

Muspratt & Comp.

Ich theile Ihnen jetzt die betreffende Addresse Liebig's selbst mit.

Ueber die Grundsätze der künstlichen Düngung.

Vom Professor **Justus Liebig.**

„Wenn wir die Erfahrungen der Landwirthe in Beziehung auf die Fruchtbarkeit des Bodens und die Größe des Ertrages mit einander vergleichen, so ist die Allgemeinheit und Gleichförmigkeit des so erlangten Resultates gewiß sehr überraschend."

„Man beobachtet nämlich, daß überall bei der Betreibung des Ackerbaues in den verschiedensten Ländern, bei der abweichendsten Bodenbeschaffenheit, bei der größten Mannigfaltigkeit der erbauten Feldfrüchte, sowie bei Anwendung der verschiedensten Kulturmethoden, der Ertrag eines Feldes (mochte man darauf erbaut haben, was es nur immer sei) nach einer gewissen Reihe von Jahren sich mehr oder weniger verminderte, während dieses Feld seine frühere Ertragsfähigkeit wieder erhielt, wenn man demselben die Exkremente der Menschen und Thiere wieder zuführte, wenn man also „düngte"; ja man beobachtete noch

Digitized by Google

außerdem, daß die Ertragsfähigkeit der Felder durch Zufuhr derselben Substanzen sogar vergrößert werden könne, und daß die Größe der Ernte mit der Größe der Düngung in einem genauen Zusammenhange stehe."

„In früherer Zeit nun hat man kaum den Versuch gemacht, sich von der Ursache dieser so merkwürdigen Eigenschaft der Exkremente der Thiere und Menschen Rechenschaft zu geben; und da man weder den Ursprung der Exkremente, noch deren Beziehung zu der genossenen Nahrung einer schärferen Betrachtung unterwarf, so darf man sich nicht wundern, wenn man sieht, daß man die günstige Wirkung dieser Körper gewissermaßen einem Reste von Lebenskraft zuschrieb, welcher sie befähigte, den Lebensprozeß der Pflanzen zu befördern. Indem man ihren Einfluß auf die Fruchtbarmachung der Felder einer unerforschlichen verborgenen Ursache zuschrieb, vergaß man, daß alle und jede Kraft einen materiellen Träger, eine körperliche Unterlage haben muß, und daß z. B. mit einem sogenannten mathematischen Hebel, welcher bekanntlich weder eine Raumerfüllung noch Schwere besitzt, keine Wirkung hervorgebracht und keine Last gehoben werden kann."

„Geleitet von der Erfahrung, dieser Hauptgrundlage einer jeden Erfahrungswissenschaft, ist es aber über allen Zweifel erhaben, daß eine jede Wirkung ihre Ursache haben müsse, und wir müssen voraussetzen, daß z. B. die Fruchtbarkeit eines Feldes, oder die ernährende Eigenschaft einer Pflanze, oder die Wirkung des Düngers aufs Entschiedenste abhängig sei von einer Ursache, deren Vorhandensein wir durch Maß und Gewicht nachzuweisen vermögen. Nur an der Hand solcher Erfahrung ist es der Wissenschaft der jüngst verflossenen Zeit gelungen, die Ursachen der Fruchtbarkeit der Felder sowohl, als die der günstigen Wirkungen des Düngers endlich in das richtige Licht zu stellen."

Digitized by Google

„Die Chemie hat gezeigt, daß die die Fruchtbarkeit bedingenden Eigenschaften der Felder hervorgerufen werden durch ihre chemische Zusammensetzung, und daß die Tauglichkeit derselben zum Hervorbringen von Weizen oder irgend einer anderen Feldfrucht in geradem Verhältnisse stehe zu einigen und zwar sehr bestimmten Bestandtheilen des Bodens, welche von Seiten der Pflanzen aufgenommen werden. Ebenso ist erwiesen worden, daß zwei Felder von ungleicher Fruchtbarkeit auch ungleiche Mengen dieser Bodenbestandtheile besitzen; oder daß ein fruchtbarer Boden dieselben in einer anderen Form oder in einem anderen Zustande enthalte, als ein weniger fruchtbarer Boden. Es ist Thatsache, daß ein Boden, welcher diese Bestandtheile in hinreichender Menge enthält, reiche Ernten hervorbringt; und es zeigt sich alsbald, daß der Boden unfähig ist, gewisse Arten von Feldfrüchten zu tragen, wenn es ihm auch nur an einem einzigen dieser Bestandtheile fehlt."

„Ferner ist mit Bestimmtheit ermittelt worden, welche Rolle diese Bodenbestandtheile bei der Entwickelung der Pflanzen spielen. Die chemische Analyse zeigte, daß eine gewisse Klasse dieser Bodenbestandtheile in dem Samen, und andere in den Blättern, Wurzeln, Knollen, Stengeln, obschon in verschiedener Menge und in verschiedenen Verhältnissen, enthalten sind. Sie sind aber insgesammt mineralische Substanzen, und da sie als solche durch Feuer nicht zerstört werden können, so bleiben sie natürlich als Asche zurück, wenn man die ganzen Pflanzen oder nur Theile derselben einäschert. Einige dieser Bestandtheile können schon von reinem Wasser aufgelöst werden, andere dagegen lösen sich nur in solchem Wasser auf, welchem Kohlensäure beigemengt ist, wie z. B. im Regenwasser; alle aber werden nur im aufgelösten Zustande dem Boden von Seiten der Pflanzenwurzeln entzogen. Es ist bewiesen worden, daß auf einem Felde, in welchem die bei der Einäscherung der Körner oder Sa-

Digitized by Google

men zurückbleibenden Bestandtheile in nicht zureichender Menge zugegen sind, kein Weizen, keine Gerste, keine Erbsen, überhaupt keine jener Pflanzen gedeihen kann, welche man um ihrer Samen willen baut. Die Pflanzen, welche auf einem solchen Felde wachsen, bringen zwar Stengel und Blätter hervor, ja sie blühen sogar; allein sie tragen keine Früchte. Ganz das Nämliche hat man aber auch in Betreff der Blätter, Wurzeln, Knollen erkannt; auch hier ist das ganz bestimmte Verhältniß zwischen der Entwickelung dieser Dinge und denjenigen mineralischen Bestandtheilen, welche sie bei ihrer Einäscherung zurücklassen, ermittelt worden. Denn wenn z. B. in dem Boden, auf welchem Rüben oder Kartoffeln erbaut werden sollen, die Aschenbestandtheile dieser Wurzeln und Knollen fehlen, so bringen diese Pflanzen zwar Blätter, Stengel, Blumen und Samen hervor, allein die Wurzeln und Knollen bleiben unausgebildet. Jeder Bestandtheil, welchen der Boden der Pflanze darreicht, steht sonach in einem bestimmten Verhältnisse zur Menge der erzeugten einzelnen Theile der Pflanzen. Zwei Felder, welche, unter sonst gleichen Umständen, in Betreff der mineralischen Bestandtheile der Samen ungleich reich sind, bringen auch ungleiche Samenmengen hervor; und zwar erzeugt das eine, welches mehr von diesen Bestandtheilen enthält, eine größere Samenmenge, als das andere Feld, welches von diesen Bestandtheilen weniger enthält. Ebenso hängt die Fähigkeit eines Bodens, Knollengewächse oder sehr blattreiche Pflanzen hervorzubringen, lediglich von seinem Gehalte derjenigen Bestandtheile, welche man bei der Aschenuntersuchung solcher Pflanzen gefunden hat, ab."

„Aus diesem Allen geht aber mit Entschiedenheit hervor, daß die mineralischen Substanzen, welche der Boden den Pflanzen darbietet, und welche man in der Asche der Pflanzen wiederfindet, wahre Nahrungsmittel der Pflanzen sind. Diese mi-

Digitized by Google

neralischen Bestandtheile sind wesentliche Bedingnisse des Pflanzenlebens."

„Es ist klar, daß wir einem Felde, auf welchem verschiedene Pflanzen erbaut wurden, bei der Ernte eine gewisse Menge solcher Bodenbestandtheile entziehen; und zwar in dem Samen jene Bestandtheile, welche der Boden hergeben mußte, um die Entwickelung des Samens möglich zu machen; in den Wurzeln, Knollen, Stengeln und Blättern dagegen jene, welche zur Entwickelung dieser Dinge nöthig waren. Möge nun ein Feld auch noch so reich an diesen Bestandtheilen sein, so kann doch auf keine Weise bezweifelt werden, daß es durch mehre auf einander folgende Kulturen immer ärmer und ärmer werden, und daß für eine jede Pflanze endlich eine Zeit kommen müsse, wo der Boden aufhören wird, Dasjenige in hinreichender Menge zu liefern, was doch zu einem vollkommenen Gedeihen dieser Pflanze nothwendig ist. Selbst wenn von einem Felde viele Jahre hindurch das 25- oder 30fache der Aussaat, z. B. von Weizen, geerntet ward, so zeigt doch die Erfahrung, daß sich der Ertrag allmählich verringert, bis er endlich so gering wird, daß er nicht mehr die Mühe der Bebauung des Feldes lohnt; die Pflanze nähert sich wieder ihrem wilden Zustande."

„Je nach der ungleichen Menge der mineralischen Bestandtheile der Körner, der Knollen, Wurzeln, Samen und Blätter, welche ein Boden enthält, oder je nach dem Verhältnisse, in welchem diese Körper bei der Ernte weggeführt wurden, kann das Land aufgehört haben, fruchtbar zu sein für Wurzeln und Knollen, obschon es noch fähig ist, gute Weizenernten zu geben; und auf der anderen Seite kann wieder ein anderes Land nicht mehr im Stande sein, Weizen hervorzubringen, während Kartoffeln und Rüben noch vortrefflich in ihm gedeihen."

„Die mineralischen Substanzen eines fruchtbaren Bodens, welche zur Nahrung der Pflanzen dienen, werden von diesen letz-

Digitized by Google

teren vermittelst des Wassers, worin sie gelöst sind, aufgenommen; und es sind dieselben in einem fruchtbaren Felde in einem solchen Zustande enthalten, welcher ihre Aufnahme von Seiten der Pflanzenwurzeln verstattet. Es giebt Felder, welche reich an solchen Bestandtheilen sind, ohne deßhalb in gleichem Verhältnisse fruchtbar zu sein; allein in diesem Falle sind diese Bestandtheile mit anderen Körpern zu solchen chemischen Verbindungen zusammengetreten, welche der auflösenden Kraft des Wassers widerstehen. Nur durch die gleichzeitige Wirkung des Wassers und der atmosphärischen Luft (insbesondere des Sauerstoffes und der Kohlensäure derselben) werden diese Verbindungen zersetzt, wodurch diejenigen Bestandtheile, welche im Wasser löslich sind (welche jedoch unlöslich waren, so lange sie sich in der chemischen Verbindung mit anderen Mineral-Substanzen befanden), die Eigenschaft, von den Pflanzenwurzeln aufgenommen zu werden, wieder erhalten."

„Die Dauer der Fruchtbarkeit eines Feldes hängt ab von der Größe des Gehaltes an mineralischen Nahrungsmitteln der Pflanzen, und seine Produktionsfähigkeit steht für eine gegebene Zeit in direktem Verhältnisse zu denjenigen seiner Bestandtheile, welche die Eigenschaft besitzen, von der Pflanze aufgenommen zu werden. Eine Menge der wichtigsten landwirthschaftlichen Operationen, insbesondere der mechanischen, übt nur insofern einen günstigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Felder aus, als sie die Hindernisse hinwegräumt, welche sich der Aufnahme der mineralischen-Nahrungsmittel von Seiten des vegetabilischen Organismus in den Weg legen. So wird z. B. durch das Pflügen die Oberfläche der Felder für Luft und Feuchtigkeit zugängig gemacht, und die im Boden in einem gebundenen Zustande (latent state) enthaltenen Nahrungsmittel erlangen durch diese Operationen die zu ihrer Ueberführung in die Pflanzen nothwendigen Eigenschaften. Es ist daher leicht zu begreifen,

Digitized by Google

welchen nützlichen Einfluß in dieser Beziehung die Sorge und der Fleiß des Landmannes bei der Bearbeitung des Bodens auf den Ertrag der Felder haben muß. Allein alle diese Arbeiten und Anstrengungen können den Gehalt eines Feldes an mineralischen Bestandtheilen nicht vermehren; und indem sie in einer gegebenen Zeit eine gewisse Menge vorher unlöslicher Substanzen in einen löslichen Zustand versetzen und dadurch reichere Ernten erzielen, so wird durch sie die Zeit, zu welcher der Boden völlig erschöpft ist, nur um so schneller herbeigeführt."

„Die seit vielen Jahrhunderten gemachte Erfahrung hat bewiesen, daß die ursprüngliche Fruchtbarkeit des Bodens mit Hilfe des Düngers, d. h. der Exkremente von Menschen und Thieren, wieder hergestellt werden kann, wenn man ihn solchen Feldern, welche aufgehört haben, Erträge an Getreide oder sonstigen zur Nahrung für Menschen oder Thiere dienenden Pflanzen zu geben, in genügender Menge zuführt; ein völlig erschöpfter Boden, welcher kaum die Aussaat wiedergab, wird dadurch zu zwanzig- und mehrfältigem Ertrage, je nach der angewendeten Menge von Dünger, fähig gemacht."

„In Bezug nun auf die Wirkungsweise des Düngers, so hat man beobachtet, daß nicht alle Exkremente eine gleiche Wirkung auf die Pflanzen haben. Die Exkremente der Schafe und des Rindviehes z. B. befördern auf den meisten Feldern das Wachsthum von Wurzelgewächsen und blattreichen Pflanzen in einem weit höheren Grade, als die Exkremente der Menschen und Vögel (Guano); während diese letzteren wiederum weit günstiger auf die Hervorbringung von Körnerfrüchten wirken, insbesondere wenn man sie den erstgenannten Thierexkrementen beimengt und sie mit denselben gleichzeitig auf die Felder bringt."

„Ein Feld z. B., welches seine Fruchtbarkeit für Kartoffeln und Rüben verloren hat, auf welchem jedoch Erbsen und

Digitized by Google

Bohnen noch recht gut gedeihen, wird für eine neue Ernte von Kartoffeln und Rüben in einem weit höheren Grade wieder fruchtbar, wenn man demselben Pferde- und Kuhmist zuführt, als wenn man dasselbe mit Menschenmist oder mit Guano düngen wollte."

„Die genauesten Experimente und Untersuchungen haben dargethan, daß die Exkremente der Menschen und Thiere diejenigen Substanzen enthalten, durch deren Gegenwart die Fruchtbarkeit des Bodens bedingt ist, und man kann die fruchtbarmachende Kraft des Düngers sogar dem Gewichte nach bestimmen, da seine Wirkung in geradem Verhältnisse zu seinem Gehalte an mineralischen Nahrungsstoffen der Pflanzen steht. Die Wahrheit des Resultates dieser chemischen Untersuchungen muß einem Jeden, der nach dem Ursprunge der Exkremente fragt, einleuchtend sein."

„Alle Exkremente der Menschen und Thiere rühren von den Pflanzen unserer Felder her; in dem Hafer und dem Heu, welches zum Futter der Pferde dient, in den Wurzeln, welche eine Kuh verzehrt, ist eine gewisse Menge mineralischer Substanzen enthalten. Ein Pferd, indem es 15 Pfund Heu und 4½ Pfund Hafer täglich verzehrt, verzehrt 21 Unzen solcher Bestandtheile, welche das Heu und der Hafer dem Boden der Felder entlehnten; und obschon es sonach jährlich 480 Pfund solcher Bodenbestandtheile zu sich nimmt, so bleibt doch nur ein sehr geringer Theil davon in seinem Körper. Denn gesetzt z. B., ein Pferd hätte binnen einem Jahre um 100 Pfund an Gewicht zugenommen, so kommen auf diese Gewichtszunahme nicht mehr als 7 Pfund jener mineralischen Substanzen, welche das Futter enthielt. Was ist nun, so muß man fragen, mit jenen anderen 473 Pfunden geworden, welche man nirgends in dem Körper des Pferdes wiederfinden kann? Die Untersuchung der flüssigen und festen Exkremente, welche das Pferd täg-

Digitized by Google

lich abgiebt, zeigt nun, daß die Bodenbestandtheile, welche nicht in dem Körper des Thieres zurückbleiben, in seinen Excrementen enthalten sind; und es wird zugleich durch solche Untersuchungen bewiesen, daß bei einem ausgewachsenen Thiere, welches von Tag zu Tag an Gewicht weder zunimmt noch abnimmt, der Gehalt der Excremente an mineralischen Bestandtheilen seinem Gewichte nach genau so viel betrage, als das Gewicht der mineralischen Bestandtheile des genossenen Futters."

„Wie mit dem Pferde, so verhält es sich aber mit allen anderen Thieren. Die Excremente eines jeden erwachsenen Thieres enthalten die Bodenbestandtheile in derselben Menge und in denselben relativen Verhältnissen, als wie sie in dem Futter des Thieres enthalten waren."

„Jene mineralischen Bestandtheile des Futters, welche in dem Körper der Thiere zurückblieben, und zur Vergrößerung des Gewichtes derselben beitrugen, findet man in den Knochen und in den Excrementen der Menschen wieder, welche sich von dem Fleische dieser Thiere nährten."

„Die Excremente der Menschen enthalten die Bestandtheile des Bodens, des Brodes oder der Samen, der Gemüse und des Fleisches."

„Diese Entdeckungen erklären auf die einfachste und völlig genügende Weise die fruchtbarmachende Wirkung, welche der Dünger auf unseren Feldern ausübt."

„Es ist jetzt klar, weßhalb der Dünger erschöpfte Felder wieder fruchtbar macht; jetzt sieht man ein, weßhalb durch Dünger die Tragbarkeit der Felder vermehrt werden kann; man begreift erst sonach vollkommen, weßhalb der Ertrag in einem direkten Verhältnisse zur Menge des aufgewendeten Düngers steht."

„Die Erschöpfung des Bodens bei auf einander folgenden Ernten (seine Abnahme an Ertragsfähigkeit) wird hervorge-

Digitized by Google

gebracht durch die allmählige Wegführung von mineralischen Substanzen, welche sich in dem Boden in einem löslichen Zustande, wie solcher für die Entwickelung unserer Culturpflanzen nothwendig ist, befanden. Durch Zufuhr von Dünger werden sie wiedererseßt, und zwar gerade in demselben Zustande, in welchem sie am passendsten zur Ernährung einer neuen Vegetation dienen können."

„Ist diese Zufuhr der bei der Ernte hinweggenommenen Bodenbestandtheile durch die Düngung eine hinreichende, wird also die hinweggenommene Menge völlig wiedererseßt, so kehrt die ursprüngliche Fruchtbarkeit des Bodens zurück; ist die Zufuhr größer, so wird der Ertrag erhöht; ist sie geringer, so wird der Ertrag vermindert."

„Ferner aber ist jetzt erst klar, weßhalb die verschiedenen Düngersorten eine so ungleiche Wirkung auf unsere Felder ausüben."

„Die Excremente der Menschen und der Guano, welche besonders die mineralischen Bestandtheile der Samen und des Fleisches enthalten, üben, wenn sie auf ein Feld gebracht werden, welches ihrer bedarf, selbst wenn alle mineralischen Bestandtheile der Blätter und Stengel in hinreichender Menge vorhanden sind, einen weit größeren Einfluß auf den Körnerertrag dieses Feldes, als die Excremente der Thiere, welche mit Wurzelgewächsen und Futterkräutern ernährt worden sind. Diese Excremente enthalten die mineralischen Bestandtheile der Blätter, Stengel und Wurzeln in vorwaltender Menge, und haben einen größeren Werth bei der Production von Wurzel- und Blattpflanzen, als die der Menschen oder der Vögel, welche nur eine geringe Quantität derjenigen mineralischen Substanz enthalten, die zur Entwickelung der letztgenannten Pflanzen erforderlich sind."

„Vergleichen wir z. B. die Zusammensetzung des Guano

Digitized by Google

mit der des Kuhmistes (die festen und flüssigen Excremente bei gleichem Grade der Trockenheit), so findet man, daß bei gleichem Gewichte der letztere fünf- bis siebenmal so viel von den mineralischen Bestandtheilen der Rüben und Kartoffeln enthält, als der erstere. Wenn wir daher in einem Boden, welcher von allen mineralischen, einer Pflanze zur Nahrung dienenden Bestandtheilen entblößt ist, eine Rübenernte mittels Guano erzwingen wollen, so bedürfen wir mindestens fünfmal mehr Guano als Kuhmist."

„Dasselbe findet statt, wenn wir eine reiche Kornernte durch Düngung mit den Excrementen der Thiere erzielen wollen, in welchem Falle ein Theil Guano und fünf Theile Thierexcremente dieselbe Wirkung haben werden, wie 13 bis 15 Theile von Thierexcrementen allein."

„Um diese Zahlenverhältnisse richtig zu verstehen, reicht es hin, daran zu erinnern, daß 400 Pfund Knochen eben so viel Phosphorsäure enthalten, als wie 1000 Pfund Weizen; diese 400 Pfund Knochen können daher 8 Acres Land mit der für eine Weizenernte hinreichenden Menge von Phosphorsäure versehen."

„Nehmen wir die Knocheneinfuhr in Großbritannien in den letzten Jahren zu 1000000 Tonnen an*), so ist den englischen Feldern eine zur Erzeugung von 25,000,000 Tonnen Weizen hinreichende Menge von Phosphorsäure zugeführt worden; allein nur ein geringer Theil der Phosphorsäure der Knochen befindet sich in dem Zustande, in welchem er von den Pflanzen aufgenommen und zur Bildung des Samens verwendet werden kann. Die Pflanzen müssen, um den anderen weit größeren Theil dieser Phosphorsäure zu ihrer Ausbildung benuzen zu können, neben der Knochenerde noch eine gewisse Menge

*) Wie viel mag wohl Deutschland dazu geliefert haben?!

Digitized by Google

alkalischer Basen vorfinden, welche ihnen nicht von Seiten der Knochen dargereicht werden kann, weil diese weder Pottasche noch Soda enthalten. Um deßhalb die Fruchtbarkeit der Felder in dem richtigen Verhältnisse zu steigern, hätte man einer jeden Million Tonnen Knochen 800,000 Tonnen Pottasche in geeigneter Form hinzufügen müssen."

„Ebenso verhält es sich mit dem Guano. Von diesem Düngungsmittel sind 60 bis 100 Pfund hinreichend, um einen Acker Rüben mit der hinreichenden Menge von Phosphorsäure zu versehen; allein das vier- bis achtfache Gewicht ist erforderlich, um diesen Rüben die nöthigen alkalischen Basen darzureichen, und dabei ist es immer noch fraglich, ob überhaupt die Salze mit alkalischen Basen, welche der Guano enthält, dazu ausreichen möchten."

„Als man weder die Nothwendigkeit der mineralischen Substanzen für das Wachsthum und Gedeihen der Pflanzen, noch die genauen Beziehungen kannte, welche die Wirksamkeit des Düngers zu seinem Gehalte an solchen Substanzen hatte, schrieb man den Hauptwerth des Düngers seinem Gehalte an organischen Substanzen zu; und lange Zeit hindurch war man der Ueberzeugung, daß der Ertrag eines Feldes an denjenigen stickstoffhaltigen Substanzen, welche zunächst zur Nahrung für Menschen und Thiere dienen, in einem direkten Verhältnisse zu dem Stickstoffgehalte des Düngers stehe. Ja man glaubte sogar, daß sein Handelswerth oder sein wirklicher Werth als Dünger sich durch den prozentischen Gehalt seines Stickstoffes bestimmen lasse. Allein spätere und mehr überzeugende Beobachtungen haben mich veranlaßt, dieser Meinung zu widersprechen."

„Wenn nämlich der Stickstoff und die durch Verwesung und Zersetzung der vegetabilischen Bestandtheile des Düngers entstandene Kohlensäure die Ursache seiner fruchtbarmachenden Kraft wären, so müßte dieß natürlich auch der Fall sein, wenn

Digitized by Google

man die mineralischen Substanzen ausschließt. Nun haben zwar direkte Versuche gelehrt, daß der Stickstoff der Excremente von Seiten der Pflanzen aufgenommen werden kann, und zwar in der Form von Ammoniak; allein dieses Ammoniak, so gut wie die Kohlensäure, so unerläßlich es auch für die Entwickelung aller Pflanzen ist, kann das Wachsthum der Pflanzen, sowie den Ertrag der Felder an Körnern, Wurzeln und Knollen nur dann beschleunigen und erhöhen, wenn die mineralischen Substanzen des angewendeten Düngers in einem für die Aufnahme geeigneten Zustande gleichzeitig mit vorhanden sind. Sind die letzteren ausgeschlossen, so hat das Ammoniak und die Kohlensäure auch nicht die geringste Wirkung auf die Vegetation."

„Auf der anderen Seite dagegen hat die Erfahrung gezeigt, daß auf vielen Feldern der Ertrag an kohlenstoff- und stickstoffreicher Substanz zu einer außerordentlichen Höhe gebracht werden kann, ohne daß man kohlenstoff- und stickstoffhaltige Düngungsmittel zuführte; und an vielen Orten erhielt man auf Feldern, welche man mit einer gewissen Menge Mergel oder gebranntem Kalke, oder mit Knochenerde und Gyps versah, also mit Substanzen, welche den Pflanzen weder Kohlenstoff noch Stickstoff abgeben konnten, reiche Ernten von Körnerfrüchten, Knollen- und Wurzelgewächsen, ganz im Widerspruche mit der Behauptung, welche den Effekt des Düngers seinem Gehalte an stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Bestandtheilen zuschreibt."

„Um diese der gewöhnlichen Ansicht so ganz entgegenstehenden Vorgänge zu erklären, behauptete man, daß der Mergel, der Kalk, der Gyps, die Alkalien und die Knochenerde als Reizmittel zu betrachten wären, welche in den Pflanzen ganz ähnlich wirkten, als wie die Gewürze bei den Nahrungsmitteln der Menschen, von denen man glaubte, daß sie im Stande wären, die Kraft der Verdauung zu erhöhen und die einzelnen Individuen zu befähigen, größere Mengen von Nahrung zu sich zu nehmen."

Digitized by Google

„Dieser Ansicht wird aber widersprochen, wenn wir bedenken, daß man unter Reizmitteln solche Substanzen zu verstehen habe, welche in keiner Weise zur Ernährung des Organismus oder zur Bildung der organischen Bestandtheile dienen, sondern einzig und allein eine Vermehrung der Masse des Körpers dann bewirken können, wenn gleichzeitig ein gewisses Maß von Nahrungsmitteln verabreicht wird. Indem man den Feldern die oben erwähnten Substanzen zuführte, vergrößerte sich das Gewicht der Pflanzen in allen ihren einzelnen Theilen, obgleich man sie keineswegs mit Kohlensäure und Ammoniak versah, jenen Nahrungsstoffen, welche sie doch zu ihrem so außerordentlichen Wachsthume der bisherigen Theorie nach ganz nothwendig brauchten."

„Chemische Untersuchungen haben ergeben, daß diese sogenannten Reizmittel entweder wirklich düngende Bestandtheile des Düngers sind, wie z. B. der Gyps, die Knochenerde und die wirksamen Bestandtheile des Mergels, oder daß sie die Vermittler abgeben, wodurch die mineralischen Bestandtheile des Bodens in einen Zustand versetzt werden, welcher dieselben zur Aufnahme von Seiten der Pflanzen geschickt macht, wie das namentlich bei der Anwendung des gebrannten Kalkes der Fall ist. Sie üben daher auf den Lebensprozeß der Pflanzen keineswegs einen bloßen Reiz wie die Gewürze, sondern sie werden zur Entwickelung der Blätter, Samen, Wurzeln u. s. w. verwendet und nehmen wesentlichen Theil an der Zusammensetzung dieser Körper, wie mit Sicherheit durch die chemische Untersuchung nachgewiesen werden kann."

„Die günstigen Erfolge, welche die Anwendung dieser Substanzen auf die Felder ausübte, hat auf die schlagendste Weise den Ursprung des Kohlenstoffes und des Stickstoffes in den Pflanzen in das hellste Licht gestellt. Mit dem Mergel, mit der Knochenerde, mit dem Gypse, mit dem salpetersaueren Natrum führte man

Digitized by Google

den Feldern auch nicht die kleinste Menge Kohlenstoff zu; und dennoch erzielte man in den meisten Fällen denselben, ja bisweilen sogar einen viel höheren Ertrag, als bei der Anwendung eines kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Düngers. Da nun aber der Boden nach der Hinwegnahme der Ernte an kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Substanzen keineswegs ärmer geworden ist, so ist völlig klar, daß das auf diesem Boden ohne Anwendung von kohlenstoff- oder stickstoffhaltigem Dünger Erbaute den Kohlenstoff und den Stickstoff seiner Blätter, Wurzeln und Stengel von der Atmosphäre entnommen haben muß, woraus folgt, daß die Ertragsfähigkeit der Felder nicht in dem Verhältnisse der Zufuhr von kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Substanzen erhöht werden könne, sondern daß die Fruchtbarkeit einzig und allein von der Zufuhr solcher Bestandtheile abhänge, welche nur von Seiten des Bodens in die Pflanzen gelangen."

„Der Boden dient keineswegs nur dazu, um den Pflanzen und ihren Wurzeln zur Stütze zu dienen; er nimmt durch den Umstand, daß er gewisse Bestandtheile an die Pflanzen abgiebt, an dem Pflanzenleben Theil. Sind diese Bestandtheile in hinreichender Menge und in angemessenen Proportionen vorhanden, so ist durch eine solche Bodenbeschaffenheit die Bedingung gegeben, wodurch die Pflanze fähig wird, Kohlensäure und Ammoniak aus der Luft, jener unerschöpflichen Vorrathskammer dieser Körper, anzuziehen und zur Bildung kohlenstoff- und stickstoffhaltiger vegetabilischer Substanzen zu verwenden."

„Der Landmann muß sich daher darauf beschränken, dem Felde die für die Entwickelung der Pflanzen, welche er zu bauen beabsichtigt, nöthige Zusammensetzung zu geben, und sein Hauptaugenmerk wird darauf zu richten sein, daß er alle jene Elemente, von denen verlangt wird, daß sie im Boden vorhanden sein müssen, herzuschafft und wiedererſetzt, nicht aber nur eines derselben, wie so häufig geschieht. Mit den Bestand-

Digitized by Google

heilen der atmosphärischen Luft, d. h. mit Kohlensäure und Ammoniak, können sich die Pflanzen in der Mehrzahl der Fälle ganz ohne des Menschen Zuthun versorgen; er hat nur darauf zu sehen, daß er seinem Felde diejenige physikalische Eigenschaft gebe, welche die Aufnahme der Bestandtheile des Bodens von Seiten der Pflanzen möglich macht und erhöht; alle Ursachen dagegen, welche die Wirkung derselben vermindern könnten, hat er zu beseitigen."

„Die vortheilhafte Wirkung, welche das Knochenmehl, der Gyps, das salpetersauere Natrum auf den Feldern hervorbrachte, hat viele Landwirthe zu dem Glauben veranlaßt, daß man bei der Anwendung dieser Substanzen von der Anwendung des Düngers oder der anderen Bestandtheile des Bodens ganz abstehen könne, obschon es nur ein geringes Nachdenken erfordert, den großen Irrthum einer solchen Ansicht einzusehen. Wir bemerken, daß die Wirkung dieser Substanzen nicht auf allen Feldern eine gleiche ist; in der einen Gegend wird die Höhe des Ertrages durch Kalk, Knochenmehl und Gyps erhöht, während in einer anderen Gegend oder auf anderen Feldern von diesen Substanzen nicht der geringste Einfluß auf die Vegetation verspürt wird. Es entspringen aus solchen Beobachtungen die einander so widersprechenden Ansichten, welche die Landwirthe in Betreff des düngenden Werthes dieser Substanzen haben, und daher kommt es denn auch, daß der eine Oekonom das Kalken seiner Felder als unerläßlich betrachtet, wenn er dieselben fruchtbar erhalten will, während ein anderer dem Kalken alle und jede Wirkung auf eine Vermehrung des Ertrages seiner Felder geradezu abspricht."

„Die Ursache dieser Verschiedenheit ist sehr einfach. Die Untersuchung eines Bodens, auf welchem Kalk ohne allen Erfolg war, zeigte, daß derselbe schon vorher reichlich mit Kalk versehen war; und es ward ferner ermittelt, daß sich der Kalk nur in solchem Boden wirksam zeigt, welcher Kalk entweder gar

Digitized by Google

nicht, oder in nicht zureichender Menge, oder unter solchen Verhältnissen enthielt, welche nicht geeignet waren, sein Aufnehmen von Seiten der Pflanzen zu bewirken. Der Kalk dient hauptsächlich zur Aufschließung der Thonerdesilikate (des Thones), und kann daher zur Erhöhung der Fruchtbarkeit eines Bodens, welcher keinen Thon enthält, z. B. eines sandigen Bodens, nichts beitragen. Es ist einem Jeden völlig einleuchtend, daß auf den kalk- und gypsreichen Feldern Frankreichs und Englands ein halbes Prozent Gyps oder Kalk keinen Einfluß auf die Vegetation haben kann. Das von dem Kalke Gesagte gilt aber mit demselben Rechte auch von der Knochenasche und von jeder anderen mineralischen Substanz, welche den Pflanzen zur Nahrung dient."

„Wenn diese Substanzen eine günstige Wirkung äußern, so ersetzen sie irgend einen fehlenden, aber für die Pflanzenernährung ganz unentbehrlichen Bestandtheil des Bodens oder des Düngers; und sie können dieß nur insofern, als die anderen Körper, welche in gleicher Weise nöthig sind, bereits in genügender Menge vorhanden sind. Von einem Felde, auf welchem Gyps günstig wirkte, auf welchem man jedoch ohne Anwendung von Gyps Klee erbaute, erntete man unter solchen Umständen 2200 Pfund Kleeheu, mit welchem 53 Pfund Kali von dem Boden des Feldes hinweggenommen wurden; nachdem man aber dasselbe Feld gegypst hatte, so erntete man 8000 Pfund Kleeheu, worin 191 Pfund Kali enthalten waren. Hätte nun das Kali in dem Boden gefehlt, so würde der Gyps ohne Wirkung geblieben sein, der Ertrag wäre durch Düngung mit Gyps nicht erhöht worden. Der Gyps wird daher auf solchen Feldern, welche mit allen anderen mineralischen Nahrungsmitteln der Pflanzen, jedoch mit Ausnahme des Gypses, wohl versehen sind, mit dem allergrößten Erfolge angewendet werden. Ist jedoch Gyps im Boden vorhanden, so erhält man dieselben günstigen Wirkungen bei der Anwendung

Digitized by Google

von Asche und Kalk, wie z. B. in Flandern. Auf Feldern, denen es an phosphorsauerem Kalke fehlt, befördert Knochenasche den Ertrag an Korn, Klee und Heu, und bei thonigem Boden bringt Kalk eine entschiedene Verbesserung hervor. Alle diese Körper wirken nur auf solchen Feldern, denen es daran fehlt, denen jedoch die anderen Bodenbestandtheile nicht abgehen. Die einen bedingen die Wirkung der anderen, und so umgekehrt. Jene Landwirthe, welche glaubten, daß sie bei Anwendung von Kalk, Gyps, Knochenerde ꝛc. animalischen Dünger entbehren könnten, bemerkten sehr bald, daß sich ihre Felder verschlechterten. Sie beobachteten, daß bei der Anwendung eines so vereinzelten Körpers als Düngmittel durch drei oder vier auf einander folgende Jahre der Ertrag immer geringer und geringer ward, und daß zuletzt das Feld kaum die Aussaat wieder hervorbrachte."

„Aus diesem Allen geht klar hervor, von welcher Art die Wirkung der mineralischen Bestandtheile des Bodens sei. Wenn in der Wirklichkeit in den ersten Jahren die Ertragsfähigkeit eines Bodens durch Anwendung von Knochenasche oder eines anderen einzelnen Düngerbestandtheiles erhöht ward, und wenn diese Erhöhung abhängig war von der Höhe des Bodengehaltes an den anderen mineralischen Bestandtheilen, so wird eine gewisse Menge dieser letzteren alljährlich von den Pflanzen aufgenommen und bei der Ernte hinweggeschafft, und es muß zuletzt eine Zeit kommen, wo in Folge so häufiger Entziehung Erschöpfung eintritt. Der Boden mußte nothwendig unfruchtbar werden, weil, obschon man fortwährend von allen seinen Bestandtheilen gewisse Mengen hinwegnahm, man immer nur den einen oder den anderen, niemals aber alle in dem gehörigen Verhältnisse wieder ersetzte."

„Der Wiederersatz des bei der Ernte Entnommenen, und zwar in den richtigen Verhältnissen, ist

Digitized by Google

aber die einzig wahre wissenschaftliche Grundlage des Ackerbaues."

„Wenn man die flüssigen und festen Excremente der Menschen und Thiere einer genauen chemischen Untersuchung unterwirft, und die Bestandtheile derselben ihrem Gewichte nach mit einander vergleicht, so bemerkt man einige ganz constante Beziehungen, welche sie zu einander haben, deren Kenntniß von einiger Wichtigkeit ist."

„Sammelt man die Excremente eines Thieres mit einiger Sorgfalt, und überläßt dieselben auf einige Tage sich selbst, so scheint es, als ob ihr Stickstoffgehalt sich mehr oder weniger vollständig in Ammoniak umgewandelt habe. In den flüssigen Excrementen, im Urine, findet man die im Wasser löslichen Salze des Futters in der Form von kohlensaueren Alkalien, oder schwefelsauere, phosphorsauere und andere Salze mit alkalischen Basen; in den festen Exkrementen sind dagegen Kieselerde, wenn das Futter solche enthielt, sowie kohlensauere und phosphorsauere Erdsalze die Hauptbestandtheile."

„Die Menge der kohlensaueren Alkalien steht aber in einer bestimmten Beziehung zu dem Stärkemehle, Zucker und Pectin oder Gummigehalte des Futters; und der Urin eines Thieres, welches mit Kartoffeln oder Rüben gefüttert ward, ist reich an kohlensaueren Alkalien (die Kartoffeln bestehen hauptsächlich aus Stärkemehl, und die Hauptbestandtheile der Rüben sind Zucker und Pectin). Der Urin eines Pferdes, welches mit Heu und und Hafer gefüttert wird, ist, wenn man ihn mit den vorigen vergleicht, verhältnißmäßig arm an Alkalien."

„Es ist ferner erwiesen, daß das Ammoniak oder der Stickstoff der Excremente in einer besonderen Beziehung zu den phosphorsaueren Salzen stehe; der Stickstoffgehalt mehrt sich oder mindert sich mit der Menge der phosphorsaueren Salze, und zwar in einer Weise, daß beide ein, wenn auch nicht sehr

Digitized by Google

genaues, Maß für einander abgeben können. Dieses Maß kann um deßwillen nicht völlig genau sein, weil auch das Gummi und das Stärkemehl eine bestimmte, obwohl kleine Menge von phosphorsauerem Kalke enthält, wie durch Versuche in meinem Laboratorium ermittelt worden ist."

„Das Ammoniak der Excremente, sowie die phosphorsaueren Salze derselben stammen daher von den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Nahrung, und es besteht hier in den Nahrungsmitteln ein ebenfalls sehr bestimmtes Verhältniß zwischen beiden Körpern. Ein bestimmtes Gewicht von Kleber oder Caseïn in dem Getreide oder in den Erbsen entspricht stets einem bestimmten Gewichte phosphorsauerer Salze; und wenn das Korn oder eine andere vegetabilische Substanz reich an stickstoffhaltigen Pflanzen-Bestandtheilen ist, so ist sie in derselben Weise auch reich an phosphorsaueren Salzen, während umgekehrt mit dem Vorhandensein einer geringeren Menge jener auch das Vorhandensein einer geringeren Menge dieser verbunden ist."

„Da nun der Stickstoffgehalt des Düngers als Maß für seinen Gehalt an phosphorsaueren Salzen gelten kann, und da der Dünger neben diesen Salzen auch noch die anderen Bestandtheile des Bodens enthält, welche das Korn oder eine andere Pflanze zu seiner Entwickelung braucht und von dem Boden entnimmt, so ist jetzt leicht einzusehen, worin die Ursache des Irrthumes lag, welcher zufolge man den Stickstoff des Düngers als die Haupturſache seiner Wirksamkeit ansah. Der Grund liegt einfach darin, daß das Ammoniak des Düngers stets von den mineralischen Bestandtheilen, welche seine Fähigkeit, die Pflanzen zu ernähren, bedingen, begleitet ist, und weil diese Bestandtheile durch ihr Aufgenommenwerden von Seiten der Pflanzen die Bildung stickstoffhaltiger Pflanzenbestandtheile zulässig machen. Ohne phosphorsauere Salze und ohne die

Digitized by Google

anderen mineralischen Bestandtheile ist Ammoniak von nicht der geringsten Wirkung auf das Pflanzenleben."

„Wenn sonach die Fruchtbarkeit des Bodens an das Vorhandensein gewisser mineralischer Substanzen gebunden ist, wenn die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit auf erschöpften Feldern mittels der Excremente der Menschen und Thiere von dem Verhältnisse, in welchem sie diese mineralischen Substanzen enthalten, bedingt ist, und wenn endlich die das Pflanzenwachsthum beschleunigende Wirkung der Dünger von ihrem Verhältnisse zum Ammoniake abhängt, so ist ersichtlich, daß wir von der Anwendung des Düngers nur dann absehen können, wenn wir alle wirksamen Bestandtheile genau in derselben Proportion und in derselben für ihre Aufnahme geeigneten Form, wie sie in dem fruchtbarsten Boden oder in dem beßten Dünger enthalten sind, zuführen."

„Nach unserer jetzigen Kenntniß der Wirkung der wesentlich wirksamen Bestandtheile des Düngers bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, daß es den Pflanzen völlig gleichgiltig ist, aus welchem Quelle diese Substanzen entlehnt sind. Der löslich gemachte Apatit (phosphorsauerer Kalk) aus Spanien, das Kali aus dem Feldspathe, das Ammoniak der Gasbereitungsanstalt muß dieselbe günstige Wirkung auf das Pflanzenleben haben, wie die Knochenerde, das Kali und das Ammoniak des Düngers."

„Wir leben in einer Zeit, in welcher diese Schlußfolgerung einer aufmerksamen und genauen Prüfung zu unterwerfen ist, und wenn das Resultat den Erwartungen, welche man zu machen völlig berechtigt ist, entspricht, wenn in der That die animalischen Excremente in allen ihren einzelnen Bestandtheilen von anderwärts her ersetzt werden können, so muß ein neues Zeitalter für die Agrikultur beginnen."

„Ich lade daher die erleuchteten Landwirthe Englands ein,

Digitized by Google

sich mit mir zu diesem Endzwecke zu vereinigen und mir ihre Unterstützung zu gewähren. Welches auch immerhin der Erfolg dieser Experimente sein möge, die Anstellung derselben ist für die glückliche Zukunft der Agrikultur durchaus nothwendig. Sie werden unsere Kenntnisse mit einer großen Menge wichtiger Thatsachen bereichern; wir werden uns vergewissern, wo wir bei der bisher üblichen Art und Weise zu düngen wirksame Stoffe geradezu verschwendeten, und wir werden endlich eine genaue Kenntniß derjenigen Dinge erlangen, welche zur Düngung nothwendig, sowie jener, welche überflüssig sind."

„Eine Reihe von Jahren hindurch war ich nebst vielen sehr befähigten jungen Chemikern mit der chemischen Prüfung derjenigen mineralischen Bestandtheile, welche wesentlich an der Bildung unserer Kulturpflanzen Antheil nehmen, sowie mit der Untersuchung der Menschen- und Thierexcremente und einer großen Menge als fruchtbar anerkannter Bodenarten beschäftigt. Seit längerer Zeit schon wurden diese Arbeiten der Gelehrtenwelt vorgelegt, allein bis jetzt machte man von denselben nur eine sehr beschränkte Anwendung in der Agrikultur."

„Der Landwirth ist seiner Stellung zufolge nicht im Stande, sich die zur Wiederherstellung oder zur Vermehrung der Fruchtbarkeit seiner Felder nöthigen wirksamen Bestandtheile in dem richtigen Verhältnisse und in der geeigneten Form zu verschaffen und nach Belieben darüber zu verfügen. Die Wissenschaft und die Industrie müssen ihm daher die Mittel an die Hand geben, daß er dieß in Zukunft könne."

„Ich bin so glücklich gewesen, die Schwierigkeit, welche sich der Anwendung eines bloßen Gemenges der einzelnen Bestandtheile des Düngers hindernd in den Weg stellten, zu beseitigen. Wenn wir nämlich die verschiedenen Bestandtheile des Düngers genau in derselben Menge und in demselben Verhältnisse, in

Digitized by Google

welchem sie erfahrungsmäßig zur Erzielung einer reichen Ernte von Weizen, Erbsen, Rüben, Kartoffeln u. s. w. nöthig sind, herbeischaffen, und zu gleicher Zeit diese Körper in ihrem gewöhnlichen Zustande lassen, so bringen sie doch keineswegs die erwartete Wirkung hervor, was nur daher kommt, daß die verschiedenen Bestandtheile des Düngers in Betreff ihrer Fähigkeit, im Boden zu bleiben oder leicht daraus wieder fortgeführt zu werden, sehr verschieden sich verhalten. Das Ammoniak verdampft, die im Wasser leicht löslichen Bestandtheile führt der Regen hinweg, und die Wirkung wird sich daher mehr nach der Größe der vorhandenen Menge jener wenig auflöslichen Düngerbestandtheile richten."

„Ich fand Mittel, einem jeden löslichen Bestandtheile des Düngers durch seine Verbindung mit anderen Bestandtheilen jeden beliebigen Grad von Löslichkeit zu ertheilen, ohne seine günstige Wirkung auf das Pflanzenwachsthum zu verändern. Ich versetze z. B. die Alkalien in einen solchen Zustand, daß sie ebenso schwer löslich sind als der Gyps, von welchem wir wissen, daß er, als Dünger verwendet, viele Jahre hindurch wirkt, und zwar so lange, als nur noch der kleinste Theil davon im Boden vorhanden ist."

„Die Mischung der Düngmittel kann sonach der mittleren Regenmenge, welche in einer bestimmten Gegend im jährlichen Durchschnitte fällt, angepaßt werden; und der im Sommer verwendete Dünger hat einen größeren Grad von Löslichkeit, als der während des Winters verbrauchte. Die Erfahrung wird jedenfalls zu noch weiteren Resultaten führen, und in Zukunft wird der Landwirth den Ertrag seiner Felder mit Sicherheit vorher berechnen können, wenn nicht ungünstige Temperaturverhältnisse, Mangel an Regen u. s. w. verhindern, daß diese Dünger zu einer gehörigen Wirksamkeit gelangen."

„Dabei muß ich außerdem bemerken, daß diese künstlichen

Digitized by Google

Düngungsmittel in keinerlei Weise die mechanische Beschaffenheit der Felder ändern, und daß sie z. B. nicht im Stande sind, einen schweren Boden für Luft und Feuchtigkeit zugänglicher zu machen. Für solche Felder wird der lockere Stallmist stets seinen großen Werth behalten; allein es kann derselbe mit den künstlichen Düngmitteln zugleich angewendet werden."

„Die Herren Muspratt und Comp. haben es unternommen, meine Vorschriften zur Anfertigung solcher künstlichen Dünger in einem großen Maßstabe auszuführen, und sie sind darauf gefaßt, eine nicht unbedeutende Menge von Weizen-, Klee- und anderem Dünger auf die Bestellung der Landwirthe verabfolgen zu lassen. Einer meiner früheren Schüler, jetzt Professor der technischen Chemie zu Gießen, überwacht die Fabrikation dieser verschiedenen Düngmittel, und es ist deßhalb die nöthige Garantie, daß die Zusammensetzung dieser Dünger die gehörige sein werde, in vollem Maße vorhanden."

„Es wird nothwendig sein, daß, damit für den bevorstehenden Herbst die nöthige Menge von Dünger fertig ist, die Bestellungen darauf so zeitig als möglich gemacht werden, sowie es denn überhaupt sehr gut sein dürfte, wenn man die Herren Muspratt und Comp. darüber in Kenntniß setzen wolle, ob auf einem Landgute verschiedene Bodenarten bebaut werden sollen. Denn es wird z. B. mit Rücksicht auf die Kieselerde einen Unterschied machen, ob der Boden thonig oder kalkig ist, indem man dem für den zuletzt genannten Boden bestimmten Dünger, wenn auf demselben Korn erbaut werden soll, eine größere Menge eines leicht löslichen kieselsaueren Salzes zuzusetzen hat."

„Alle Düngmittel, welche zum Gebrauche für den nächsten Winter bestimmt sind, enthalten eine für den beabsichtigten Bau von Korn und anderen Feldfrüchten entsprechende Menge von Ammoniak; und gewisse Experimente, mit denen ich soeben beschäftigt bin, werden zeigen, ob man in Zukunft die jetzigen

Digitized by Google

Kosten dieser künstlichen Dünger werde verringern können, was jedenfalls dann stattfinden wird, sobald sich ergiebt, daß man vom Ammoniake nur die Hälfte oder gar nichts anzuwenden braucht. Ich glaube, daß dies, nämlich der Wegfall des Ammoniakes in den künstlichen Düngungsmitteln, bei vielen Pflanzen der Fall sein wird, wie z. B. beim Klee und allen blattreichen Gewächsen, ebenso bei Erbsen und Bohnen; allein meine Versuche sind noch nicht so weit beendigt, als daß darüber bis jetzt mit Sicherheit sich etwas bestimmen läßt."

Gießen, 1845.

Dr. Justus Liebig.

Endlich erschien zuletzt im März dieses Jahres nachstehende Anweisung zum Gebrauche des Liebig'schen Patent-Düngers, von Seiten des deutschen Fabrikanten.

Anweisung
zum Gebrauche des Liebig'schen Mineral-Düngers.

I. Allgemeine Bestimmungen.

„1) Bei der Anwendung des Liebig'schen Mineraldüngers geht man entweder von dem Grundsatze aus — dem Felde dasjenige an den, zur Entwickelung der Pflanzen nothwendigen Bestandtheilen zu ersetzen, was durch die vorhergegangene Ernte demselben genommen worden ist — oder davon dem Lande diejenigen mineralischen Nahrungsmittel einzuverleiben, welche für eine volle Ernte der zu erzielenden Fruchtgattung erforderlich sind. Die Befolgung des letzteren Prinzipes möchte bei dem Beginne eines Umlaufes des Erfolges am Sichersten sein, im Falle aber Versuche auf einem Felde angestellt werden sollen, dessen Gehalt an Dünger durch auf einander folgende Ernten noch nicht erschöpft ist, so empfehlen wir, dem Felde zur Wiederherstellung seiner Fruchtbarkeit denjenigen

Digitized by Google

Dünger zu geben, welcher den Namen der Pflanze trägt, die im vorhergehenden Jahre gebaut worden ist. Hat man z. B. auf dem Felde Kartoffeln gebaut und man will Weizen darauf folgen lassen, so müßte nicht der Weizen-Dünger, sondern der Dünger für Kartoffeln gegeben werden."

„2) Erscheint die nach den nachfolgenden speziellen Bestimmungen angegegebene Quantität Dünger zur gleichmäßigen Vertheilung auf ein Grundstück von bestimmter Größe dem Volumen nach zu klein, um diese Vertheilung bequem vornehmen zu können, so ist es rathsam, das Volumen des Düngers dadurch zu vermehren, daß man denselben entweder mit Braunkohlen- oder Torfasche, oder Braunkohlen- oder Torfklein, oder mit Walderde oder mit Mergel u. dgl. gehörig gleichmäßig vermengt und so zur Anwendung bringt. Durch die Mengung mit Humus haltenden Zusätzen, als Braunkohlen- und Torfklein, sowie Walderde, wird die schnelle Wirksamkeit des Düngers erhöht, indem durch die Zersetzung dieser Beimengungen zugleich Kohlensäure sich bildet, welche das Hauptauflösungsmittel des Düngers ist."

„3) Man düngt die Felder mit Mist gewöhnlich nur alle drei oder vier Jahre, mit dem Mineral-Dünger hingegen müssen sie jedes Jahr gedüngt werden."

„Da man nun in dem Miste weit mehr Nahrungsstoff zuführt, als die im ersten Jahre der Düngung gebaute Pflanze nöthig hat, das Feld sogar so viel davon empfängt, daß sich noch zwei oder drei nachfolgende Ernten, ohne weitere Zufuhr an Dünger, darauf erzielen lassen, so ist eine besondere Sorgfalt bei der Einverleibung des Düngers in das Land nicht erforderlich, denn die vollkommenste Mischung und Vertheilung desselben wird durch auf einander folgendes Pflügen und Eggen hinreichend bewirkt; bei der Düngung mit dem Mineral-Dünger empfängt aber der Boden nicht mehr Nahrungsstoff, als was

Digitized by Google

ihm in der letzten vorhergegangenen Ernte entzogen worden ist, oder gerade diejenige Menge, welche die zu bauende Fruchtgattung zu ihrer vollkommenen Entwickelung bedarf, und es ist deshalb unumgänglich nöthig, daß die Düngung mit dem Mineral-Dünger so geschehe, daß er von den Wurzeln und feinen Wurzelfasern der Pflanzen erreicht werden kann. Seine Wirksamkeit beruht eben darauf, daß er von der Pflanze aufgenommen wird. Es läßt sich nun unmöglich erwarten, daß ein jedes Theilchen des zugeführten Düngers in die Pflanze übergehe, es wird eine gewisse Menge davon im Felde bleiben und dasselbe für das nächste Jahr bereichern. Aus diesem Grunde wird die Vortheilhaftigkeit der Düngung mit dem Mineral-Dünger auf Feldern, welche sehr arm an Nahrungsstoffen sind, sich erst nach mehrjähriger Anwendung zeigen können. Stets muß sich die Düngungsweise mit Mineral-Dünger nach der Beschaffenheit der Wurzel richten. Bei Pflanzen, welche lange Wurzeln treiben, kann der Mineral-Dünger tief untergepflügt werden, bei anderen, deren Wurzeln höher liegen, muß auch der Dünger höher liegen. Bei Pflanzen, die nur wenige Zoll tief wurzeln, kann der Dünger ganz einfach eingeeggt werden, immer muß man darauf sehen, daß er in die Nähe der Pflanze kommt."

„Als Regel muß man demnach festhalten, daß der Mineral-Dünger bei tiefwurzelnden Gewächsen nicht tiefer als die Saugwurzeln, und bei den höher wurzelnden Pflanzen nicht höher, wie die Einsaat liegen darf."

„4) Will man neben dem Mineral-Dünger gewöhnlichen Dünger gleichzeitig verwenden, so steht diesem nichts entgegen und hat diese Verwendung den Vortheil, daß dadurch schwerer Boden lockerer erhalten wird. Nöthig erscheint jedoch die gleichzeitige Verwendung von gewöhnlichem Dünger nicht, und hat die Verwendung des Mineral-Düngers gerade den Vortheil,

Digitized by Google

daß der Landwirth nicht das Vieh wegen der Dünger-Erzeugung halten muß und sein Stroh verkaufen kann."

II. Spezielle Bestimmungen für die Düngung der einzelnen Fruchtgattungen.

Dünger für Weinreben. A.*)

Der Rebendünger (½ Pfd. per Stock oder 500 Pfd. = 4⅔ Sack à 107 Pfd. für 1000 Stöcke wenigstens für eine zweijährige Ernte ausreichend) wird rings um den Stock, ½ bis 1 Fuß davon entfernt, in eine Grube von 3 bis 6 Zoll Tiefe eingestreut und mit der Erde wieder bedeckt. Um seine Wirksamkeit zu beschleunigen, wird empfohlen, denselben mit einer vegetabilischen Erde zu mischen; das gleiche Gewicht von Walderde, Torfstaub, Lohe u. s. w. reicht hin.

Beim Setzen von Wurzlingen wird das Loch vorher mit einer Mischung von Einlaufgrund und $\frac{1}{10}$ des Düngers gefüllt, das Loch mit gewöhnlicher Erde ausgefüllt, und im nächsten Jahre gedüngt, das Düngen kann übrigens auch gleich im ersten Jahre geschehen.

Dünger für Halmfrüchte. B. (Weizen, Korn, Hafer, Gerste u. s. w.)

Zur Düngung von 1 Cassseler Morgen = ¼ franz. Hectare sind 2⅓ Sack à 107 Pfd. = 236 Pfd. für eine einjährige Ernte erforderlich. Der Dünger wird nach dem Säen durch Ueberstreuen und Untereggen dem Boden einverleibt.

---

*) Die den verschiedenen Düngerarten beigesetzte Buchstabenbezeichnung wird auch den Säcken, in welchen der Dünger zum Versandt kommt, zur Unterscheidung gegeben.

Digitized by Google

Dünger für Wurzelgewächse aller Art. C. (Rüben, Winter- und Sommer-Samen, Raps brasica rapa turnips L.)

Die Düngung der Wurzelgewächse wird gleich der Düngung der Halmfrüchte wo möglich in gleicher Höhe mit der Einsaat bewerkstelligt, und man bedarf für den Casseler Morgen = ¼ Hectare 3½ Sack à 107 Pfd. = 374½ Pfd. für eine einjährige Ernte.

Dünger für Hülsenfrüchte. E. (Leguminosen, als Erbsen, Bohnen, Linsen, Wicken u. s. w.)

Düngung wie bei den Halmfrüchten, wobei jedoch besonders darauf zu sehen, daß der Dünger mit dem Boden so sorgfältig als möglich vermengt wird. Für den Casseler Morgen = ¼ Hectare wird 2½ Sack Dünger à 107 Pfd. = gleich 267½ Pfd. für eine einjährige Ernte ausreichen.

Dünger für Knollengewächse. H. (Kartoffeln u. dgl.)

Die Düngung kann hier wie bei den Halmfrüchten durch Ueberstreuen und Untereggen wo möglich in gleicher Höhe mit der Einsaat in den Boden gebracht werden, doch wird es besonders nützlich sein, wenn man den Dünger, wo es thunlich, nur in die unmittelbare Nähe des zu setzenden Knollens bringt. Für einen Casseler Morgen = ¼ Hectare sind 4½ Sack à 107 Pfd. = 481½ Pfd. Dünger für eine einjährige Ernte erforderlich.

Dünger für Klee. F.

Die Düngung wird einfach durch Ueberstreuen und bei frischer Saat durch Untereggen bewirkt. Für einen Casseler Morgen = ¼ Hectare dienen 3 Sack à 107 Pfd. = 321 Pfd. Dünger für eine einjährige Ernte.

Dünger für Gras. G.

Zur Düngung für einen Casseler Morgen = ¼ Hectare genügen 3½ Sack à 107 Pfd. = 357 Pfd. Dün-

Digitized by Google

ger für eine einjährige Ernte. Es versteht sich dabei von selbst, daß die Düngung bei denjenigen Wiesen, welche gewässert werden, erst nach dem Wässern vorgenommen wird.

Dünger für Tabak. D.

Zur Düngung des Tabaks sind für einen Cassseler Morgen = ¼ Hectare 2¼ Sack à 107 = 241 Pfd. Dünger für eine einjährige Ernte erforderlich, man sucht denselben wo möglich in den zunächst die Pflanze umgebenden Boden in gleicher Höhe mit den Wurzeln der Pflanze zu bringen. Ist dies nicht thunlich, so überstreut man den ganzen Acker und vermengt den Dünger mit dem Boden durch gehöriges Eggen.

Dünger für Hopfen. J.

Man braucht von diesem Dünger für den Cassseler Morgen = ¼ Hectare für eine einjährige Ernte 3 Sack à 107 Pfd. = 321 Pfd. und sucht denselben wo möglich in die Nähe der einzelnen Pflanzen über deren Wurzeln in einen Umkreis von 1 Fuß Entfernung um dieselbe in eine Vertiefung in den Boden einzustreuen und mit Erde wieder zu bedecken.

Cassel, im März 1846.

Pfeifer, Schwarzenberg & Comp.

Digitized by Google

Einundzwanzigste Vorlesung.

Liebig's Patent-Dünger.

(Fortsetzung.)

Nachdem ich Ihnen am letzten Male durch Vorlegung der betreffenden Aktenstücke eine Einsicht in das auf den Liebig'schen Patent-Dünger Bezügliche, soweit sich darüber Liebig selbst oder Einer der beiden Fabrikanten dieser Düngungsmittel bis jetzt auslassen, verschafft zu haben glaube, so werde ich unsere heutige Unterhaltung benutzen, theils um einige hierher gehörige Punkte etwas spezieller hervorzuheben, theils um gewisse den Herren Landwirthen nur schwer zu entwindende Vorurtheile noch weiter zu bekämpfen, theils endlich, um einen scheinbaren Widerspruch zwischen Dem, was ich Ihnen bisher mittheilte, und Dem, was Sie aus der Liebig'schen Adresse mit Rücksicht auf die Bedeutung des Ammoniakgehaltes des Patent-Düngers ersehen haben, zu lösen.

Zunächst ist Ihnen aber hoffentlich klar geworden,

daß der höhere Aufschwung der Landwirthschaft, insofern derselbe von einer reichlicheren Düngung abhängt, ohne Zuführung mineralischer Düngungsmittel absolut unmöglich ist.

Digitized by Google

Dem Boden eines Landgutes wird selbst bei einer so vollkommenen Bewirthschaftung, wie solche nur immerhin als Ideal gedacht werden kann, fortdauernd mehr entzogen, als man ihm durch die vegetabilisch-animalische Düngung wiederzugeben im Stande ist, und alle der Praxis entlehnten Behauptungen einer mittels der vegetabilisch-animalischen Düngung hervorgebrachten sogenannten „Bodenbereicherung" beruhen auf Täuschungen. Man ist zwar im Stande gewesen, von einem Landgute durch sorgfältigere Bearbeitung des Bodens, sowie durch vollständigeres Aufsammeln des vegetabilischen und animalischen Düngers, und somit durch reichlichere Düngung des Bodens, im Vergleiche mit früher, einen größeren Ertrag zu entnehmen; allein mit diesem größeren Ertrage, welcher ja theilweise verkauft, also gegen Geld ausgetauscht wird, geht die allmählige Verarmung des Bodens an Pflanzennahrungsmitteln Hand in Hand, und die Zeit, wo solche Pflanzennahrungsmittel von außen her eingeführt werden müssen, wenn anders der Ertrag des Landgutes fernerhin noch lohnend sein soll, wird sicher kommen, und muß nothwendig kommen; ja diese Zeit ist fast überall, wenigstens in Deutschland, schon da, und man soll mir das deutsche Landgut nennen, welches im Stande ist, ohne alle und jede Zufuhr künstlicher oder unorganischer Düngungsmittel, lediglich durch Düngung mit dem auf diesem Landgute gewonnenen vegetabilisch-animalischen Dünger, den größtmöglichen Ertrag an Feldfrüchten aller Art zu liefern. Mit jeder Kanne Milch, mit jedem Stücke Vieh, mit jedem Scheffel Getreide, mit jedem Gebunde Heu oder Stroh werden so und so viel Aschenbestandtheile aus dem Bereiche eines Landgutes entfernt, und gegen Geld, Kleidung und andere Luxusartikel, mit einem Worte gegen Dinge, welche keine Aschenbestandtheile sind, eingetauscht, und die endliche Verarmung des Bodens, sei er ursprünglich auch noch so reich, ist die unausbleibliche Folge. Es ist ein Irrthum, zu glauben, daß

Digitized by Google

man durch Vermehrung des Viehstandes auf einem Gute und durch die hierbei gewonnene größere Düngermenge im Stande sei, den Boden der Felder zu bereichern; denn so lange man diesen vergrößerten Viehstand nur durch auf demselben Landgute erbautes Futter erhält, wird begreiflicher Weise für eine Bereicherung des Bodens an Aschenbestandtheilen nichts gewonnen, da ihm im allergünstigsten Falle in Form von thierischen Exkrementen nur Dasjenige wiedergegeben wird, was man ihm vorher in Gestalt von allerlei Feldfrüchten nahm. Nur in dem einzigen Falle würde durch eine Vermehrung des Viehstandes eine wirkliche Bodenbereicherung erzielt werden können, wenn man sich entschließen wollte, das zur Erhaltung dieses Viehstandes nöthige Futter von auswärts her zu kaufen, und in dieser Beziehung hat sich die Praxis bereits längst dafür entschieden, daß es wohl so ziemlich ohne Ausnahme für die Kasse des Landwirthes vortheilhafter sei, den Viehstand unvermehrt zu lassen, und lieber die für die Düngung der Felder nöthigen Bodenbestandtheile, so weit sie nicht durch den auf dem Gute selbst erhaltenen Dünger zu ersetzen sind, in der Form von fremden vegetabilisch-animalischen Dünger (wenn es möglich ist) oder in der Gestalt unorganischer Düngungsmittel zu kaufen.

Mit einem Worte, es fehlt dem deutschen Landwirthe an hinreichender Menge vegetabilisch-animalischen Düngers, um seine Felder auf ihren höchstmöglichen Ertrag an Feldfrüchten aller Art zu nützen; auch hat der deutsche Landwirth diesen Uebelstand bereits längst erkannt, und daher die vielfachen nicht immer glücklich abgelaufenen Versuche, durch unorganische Düngungsmittel dieses Bedürfniß zu befriedigen.

Wenn nun im Vorstehenden ohne allen Widerspruch bewiesen worden ist, daß es im Allgemeinen an vegetabilisch-animalischem Dünger fehlt, so liegt auf der Hand, daß alle Surrogate, welche diesen Mangel genügend ersetzen sollen, der

Digitized by Google

chemischen Zusammensetzung ihres Aschengehaltes nach, der Zusammensetzung des Aschengehaltes der organischen (vegetabilisch-animalischen) Düngungsmittel möglichst ähnlich sein müssen, und daß der Kalk, oder das Knochenmehl, oder der Gyps u. s. w., jedes für sich allein als kein solches Ersatzmittel betrachtet werden darf, weil mit diesen genannten Stoffen nur einige, nicht aber sämmtliche Pflanzennahrungsmittel zugeführt werden. Zwar hat die Erfahrung gelehrt, daß man z. B. durch Düngung mit Knochenmehl allein auf gewissen Feldern sehr reichliche Ernten an Getreide hervorzubringen vermochte, allein für solche Fälle würde sich jedesmal mit Bestimmtheit haben nachweisen lassen, daß die übrigen den Getreidepflanzen nöthigen Aschenbestandtheile im Boden dieser Felder in genügender Menge bereits vorhanden waren, und es liegt auf der Hand, daß eine Zeit kommen müsse, wo trotz der Düngung mit Knochenmehl auf diesen Feldern kein Getreide mehr gebaut werden kann, aus dem sehr einfachen Grunde, weil fortdauernd Phosphorsäure, Kalk, Kali, Kieselsäure u. s. w. mit den Ernten hinweggenommen wurde, während man mit dem Knochenmehle vorwaltend nur Phosphorsäure und Kalk wieder herbeischaffte.

Auch in dieser Beziehung hat die Praxis bereits entschieden, indem man unter den Surrogaten des animalischen Düngers die am Meisten günstige Wirkung an dem Guano erkannte, und die immer mehr und mehr sich steigernde Anwendung dieses Düngungsmittels, nicht nur in England, sondern auch bei uns, zeigt deutlich, daß der eben gedachte Mangel an organischem Dünger kein blos eingebildeter, sondern ein wirklicher sei.

Allein auch der Guano darf nicht als ein vollständig genügendes Ersatzmittel für den vegetabilisch-animalischen Dünger, wie er der bisherigen Landwirthschaft in der Form von allerlei vegetabilischen und animalischen Abfällen und Exkrementen zu Gebote stand, betrachtet werden, wie aus den Seite

Digitized by Google

326 mitgetheilten Aschenuntersuchungen des Guano, wenn man damit die Aschenuntersuchungen unserer Kulturpflanzen vergleicht, leicht zu erkennen ist. Es fehlt dem Guano die Kieselsäure, wozu noch kommt, daß auch die Alkalien in nicht genügender Menge darin vorhanden sind, der Fälle ganz zu geschweigen, wo der Guano so gut wie gar keine Alkalien enthält. (Vgl. Seite 326 die mit Nr. 1 und Nr. 6 bezeichneten Guanosorten.) Daher fühlte ich mich auch nothgedrungen, als ich das auf den Guano Bezügliche in der achtzehnten Vorlesung mittheilte, zu erklären, daß der Guano nur bis auf einen gewissen Grad die Wirkung des Kothes und Harnes der Thiere in sich vereinige, und daher denn auch die Aeußerungen der Patent-Dünger-Fabrikanten, sowie Liebig's selbst, daß die consequente Anwendung des Guano als Ersatzmittel von thierischem Dünger eine mit Nachtheilen verbundene sein müsse, indem, ähnlich wie bei dem Knochenmehle, nur langsamer, endlich eine Zeit kommen wird, wo die Düngung mit reinem Guano ohne Erfolg sein muß, weil mit dem Guano für sich allein stets nur Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Kalk und Magnesia in genügender Menge, die Alkalien jedoch in ungenügender Menge und Kieselsäure gar nicht zugeführt wurden, während doch mit der Ernte alle genannten Stoffe dem Boden der Felder fortdauernd entzogen werden. Diese soeben ausgesprochenen Befürchtungen sind nicht etwa bloße Vermuthungen, vielmehr bin ich im Stande, Ihnen durch ein der Praxis entnommenes Beispiel das Begründete derselben nachzuweisen.

In einer englischen Zeitung*) liest man Folgendes:

„In dem großen Jesuitenkloster zu St. Diego, in Ober-Californien, kannten die Jesuiten die Verwendung des Guano als Düngungsmittels bereits seit dem Anfange des vorigen

*) Maidstone and south eastern Gazette, April 1846.

Digitized by Google

Jahrhundertes, und Herr La Valle, welcher jüngst von Seiten der Colonial-Verwaltung zur Untersuchung dieser Angelegenheit dorthin geschickt ward, hatte Gelegenheit, mit dem Jesuitensuperior über diesen Gegenstand zu sprechen. Er erzählt, daß einige Jahre (4 bis 5) nach der Anwendung des Guano der ursprünglich fruchtbare Boden, welcher dem Boden in den am Besten kultivirten Theilen Norfolk's sehr ähnlich ist, sich plötzlich erschöpft und unvermögend zeigte, selbst eine spärliche Ernte hervorzubringen; so daß, während unter dem Einflusse des Guano die Ernte eines Ackers nicht weniger als 120 Scheffel Mais betrug (also beträchtlich mehr, als der doppelte Ertrag des vorzüglichsten Bodens von Louisiana und Arkansas), jetzt nach der kurzen Dauer einer so erschöpfenden Behandlung die pflanzenernährende Eigenschaft der Erde vernichtet, und der Boden buchstäblich (das Wort „buchstäblich" ohne Uebertreibung gebraucht) dürr war. In Californien besitzen die Grundeigenthümer so ausgedehnte Ländereien, daß der Verlust an Culturland für sie von wenig Bedeutung ist — — — allein insofern ich aus praktischer Erfahrung weiß, daß der Guano als Düngungsmittel zu einer sehr ausgedehnten Verwendung zu gelangen im Begriffe steht, und daß einige Landwirthe ihn unüberlegt auf allerlei Boden und in großen Mengen anwenden, indem sie auf einen um so reichlicheren Ertrag hoffen, so hielt ich es für meine Schuldigkeit, diese Thatsache der Oeffentlichkeit nicht vorzuenthalten." — —

Sie erkennen aus Allem, daß es an einem seiner Qualität nach genügenden Ersatzmittel des vegetabilisch-animalischen Düngers bis jetzt noch fehlte, und daß es eine Aufgabe zunächst für die Chemie war, ein solches Mittel zu finden.

Diese von Seiten der Landwirthschaft an die Chemie gestellte Aufgabe ist aber in einer höchst vollständigen Weise durch Liebig gelöst worden, und ich beabsichtige in Nachstehen-

Digitized by Google

dem ins Besondere zu zeigen, wie Liebig durch Erfindung seines Patent-Düngers die bei der gedachten Aufgabe ursprünglich gestellten Forderungen sogar noch übertroffen habe.

Wenn Sie, meine Herren, auf den Ursprung des Fruchtwechsels zurückgehen wollen, so finden Sie alsbald, daß zwar die Einführung dieser landwirthschaftlichen Operation, sowie der Brache zunächst dem Düngermangel im Allgemeinen zugeschrieben werden muß, allein es ist doch auf der anderen Seite nicht zu übersehen, daß zu dieser Einführung auch noch die besondere chemische Zusammensetzung des vegetabilisch-animalischen Düngers, obschon dem praktischen Landwirthe ganz unbewußt, Anlaß gegeben hat. Denn vergleichen wir die chemische Zusammensetzung der Asche guten Stallmistes (Stroh, Harn und feste Exkremente) mit der Zusammensetzung der Asche unserer Kulturpflanzen, so erkennen wir zwar in beiden genau die nämlichen Bestandtheile, allein die relativen Mengen, in welchen diese einzelnen Bestandtheile in der Asche des Stallmistes und in Der irgend einer Kulturpflanze sich vorfinden, sind völlig von einander verschieden. Während die Asche des Stallmistes ebenso gut wie die Asche der Weizenpflanzen, oder wie Die der Kartoffelpflanzen dieselben Bestandtheile enthält, als da sind: Kali, Natrum, Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxyd, Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure, so ergiebt doch die genauere Untersuchung, daß Jede der genannten drei Aschen anders zusammengesetzt ist, und zwar findet man, daß die Stallmistasche z. B. weniger Kieselsäure und phosphorsauere Salze enthält, als eine gleich große Menge Weizenasche, während sie, verglichen mit einer gleich großen Menge der Asche von Kartoffelpflanzen, zu viel der oben genannten Substanzen, aber zu wenig Alkalien besitzt. Es liegt daher auf der Hand, daß man einem Boden, in Betreff welches wir uns einmal vorstellen wollen, daß er nichts für die Ernährung einer Kartoffelpflanze Taugliches enthalte, wenn man dennoch

Digitized by Google

auf ihm eine Kartoffelernte erzielen will, mit mehr Stallmist werde düngen müssen, als der bloßen Berechnung nach (wenn man bei einer solchen Berechnung blos die Quantitäten der Asche des Düngers, sowie der zu erwartenden Ernte zum Grunde legt) nothwendig ist; denn durch Düngung mit 1000 Theilen Aschenbestandtheilen, welche man in der Form von Stallmist aufs Feld brächte, wäre man unter den soeben vorausgesetzten Bedingungen nicht im Stande, eine Kartoffelernte, welche bei ihrer Verbrennung ebenfalls 1000 Theile Asche hinterließ, hervorzurufen. Man würde ganz bestimmt eine viel geringere Ernte erhalten, und die weitere Untersuchung des Bodens würde lehren, daß von jenen 1000 Theilen in der Form von Stallmist als Dünger herzugebrachten Aschenbestandtheilen eine nicht unbedeutende Menge, und zwar zunächst aus kieselsaueren und phosphorsaueren Salzen bestehend, im Boden zurückgeblieben wäre, wovon die Kartoffelpflanzen aus Mangel an hinreichenden Alkalien keinen Gebrauch machen konnten. Um aber eine reichere Kartoffelernte zu bewirken, blieb der bisherigen Praxis nichts übrig, als stärker zu düngen, d. h. um 1000 Theile Asche (in der Form von Kartoffelpflanzen) dem Boden eines solchen Feldes, welcher ja, wie wir voraussetzten, ursprünglich gar nichts zur Pflanzennahrung Taugliches haben solle, bei der Ernte zu entnehmen, war man nothgedrungen, weit mehr als 1000 Theile Asche (in der Form von Stallmist) als Dünger zuzuführen, wodurch natürlich bewirkt ward, daß eine um so größere Menge kieselsauere und phosphorsauere Salze im Boden angehäuft wurden. Um nun dieses Kapital (diese kieselsaueren und phosphorsaueren Salze) nicht ungenützt zu lassen, so mußte man jetzt nach den Kartoffeln eine solche Kulturpflanze bauen, deren Anforderungen an den Boden sich vorzugsweise auf diese von Seiten der Kartoffeln verschmähten Aschenbestandtheile erstreckten, also z. B. Weizen oder eine andere Getrei-

Digitized by Google

beyflanze, und Sie erkennen sonach sehr deutlich, daß es ohne eine sehr reichliche Düngung mit Stallmist im zweiten Jahre unmöglich gewesen wäre, eine abermalige reichliche Kartoffelernte hervorzubringen, trotzdem daß dem Gewichte nach recht wohl von Seiten der im ersten Jahre bewirkten Düngung mehr Aschenbestandtheile im Boden zurückgeblieben sein konnten, als die Aschenbestandtheile einer reichen Kartoffelernte dem Gewichte nach betragen.

Mit einem Worte, der Fruchtwechsel ist bei der nöthigen Verwendung des Stallmistes ein von Seiten der Sparsamkeit unerläßlich gefordertes Bedingniß, und es ist leicht zu begreifen, daß man hierin eine ganz entschiedene Beschränkung der Freiheit der landwirthschaftlichen Praxis zu erkennen habe. Der deutsche Landwirth, wenn er etwa mit Rücksicht auf bestimmte Conjunkturen des Handels, der Industrie oder sonstiger Verhältnisse von der Lust angewandelt werden sollte, Weizen, oder Kartoffeln, oder Klee, oder irgend eine beliebige andere Feldfrucht in ununterbrochener Fruchtfolge auf einem und demselben Felde zu bauen, wird bei bloser Verwendung von Stallmist von einem solchen Gelüste abstehen müssen, und kann sich, eben weil er die Frucht wechseln **muß**, nicht frei bewegen.

Es wäre nun Liebig ein Leichtes gewesen, seinen künstlichen Dünger so zusammenzusetzen, daß derselbe genau die Zusammensetzung des besten Stallmistes gehabt hätte; allein dann wäre der Landwirthschaft nur insofern geholfen worden, als man ihr ein Mittel gegeben hätte, den Mangel an Stallmist überhaupt zu decken, und alles Uebrige wäre beim Alten geblieben. Indem er jedoch für jede Kulturpflanze ein bestimmtes Düngungsmittel zusammensetzte, hat er, meiner Ansicht nach, weit mehr geleistet, als ursprünglich verlangt wurde, er hat eine Freiheit des landwirthschaftlichen Verfahrens möglich gemacht, von welchem sich Derjenige der Herren

Digitized by Google

Landwirthe, der seine Erfahrungen nur an der Düngung mit Stallmist sammelte, schwerlich eine Vorstellung machen kann. Was einem Solchen, seiner Erfahrung nach, unmöglich scheint, z. B. Weizen auf Weizen, oder Klee auf Klee in ununterbrochener Folge zu bauen, ist nur so lange unmöglich, als man den gewöhnlichen Stallmist anwendet.

Diese Unmöglichkeit verschwindet augenblicklich bei der Anwendung der Liebig'schen Patent-Dünger, da es leicht begreiflich ist, daß, wenn man im Stande ist, einem Felde genau Das wiederzugeben, was ihm durch eine Weizen- oder Kartoffelernte entnommen ward, man auch im Stande sei, im nächsten Jahre auf demselben Felde dieselbe Feldfrucht wiederzubauen. Und sollten von Seiten der Landwirthschaft im Allgemeinen, oder von Seiten dieses oder jenes Landwirthes ins Besondere Gründe vorhanden sein, welche ein Abgehen von der bisher üblichen Fruchtfolge unrathsam erscheinen lassen, so ist der Liebig'sche Patent-Dünger kein absolutes Hinderniß; man braucht ja nur die verschiedenen Liebig'schen Düngungsmittel mit einander zu vermischen, um ein künstliches Düngungsmittel zu erhalten, welches, in seiner Wirkung dem Stallmiste ähnlich, ebenfalls wie dieser den Fruchtwechsel erheischt. —

Fasse ich jetzt das bisher Erörterte kurz zusammen, so behaupte ich, daß durch die Erfindung des Liebig'schen Patent-Düngers zwei große Vortheile für die Landwirthschaft erreicht worden sind, einmal die Beschaffung eines künstlichen Düngungsmittels, welches, weil es Alles besitzt, was die Kulturpflanze von Seiten des Bodens verlangt, mit dem Stalldünger verglichen, und daher als Surrogat desselben betrachtet werden muß, und das andere Mal die Beschaffung eines Düngungsmittels, welches die bisherige mit der Anwendung des Stallmistes verbundene Unfreiheit des praktischen Handelns (die Nothwendigkeit des Fruchtwechsels) ausschließt; und es wird lediglich der prak-

Digitized by Google

tischen Erfahrung der Zukunft überlassen bleiben, zu entscheiden, welcher der beiden genannten Vortheile der größere sei.

Allein es giebt noch einige andere nicht zu verachtende Vortheile, welche mit der Anwendung des Patent-Düngers verbunden sind, und ich möchte Ihnen in dieser Beziehung namentlich die leichte Transportirbarkeit des Patent-Düngers, im Vergleiche mit dem Stallmiste, sowie seine Wohlfeilheit in das gehörige Licht stellen.

Was den ersten Punkt betrifft, so kann darüber auch bei der oberflächlichsten Betrachtung der Sache nicht der mindeste Zweifel obwalten, daß es als ein Vortheil zu betrachten sei, wenn der Landwirth mit ein paar Schiebkarren ebenso viel düngende Substanzen in der Form des Patent-Düngers fortzuschaffen vermag, als er in der Form des Stalldüngers nur mit 15—20 starken Fudern zu transportiren im Stande ist; wohl aber möchte es scheinen, als hätte der Stallmist in Betreff seiner großen Wohlfeilheit jedenfalls den Vorzug. Sie haben nämlich aus der bei unserer letzten Versammlung mitgetheilten Bekanntmachung des deutschen Düngerfabrikanten ersehen, daß zum Beispiele zur Düngung von einem Casseler Morgen 236 Pfund Weizendünger für eine einjährige Ernte nothwendig sind. Nun kostet aber ein solches Quantum hier bei uns in Sachsen (inclusive der Fracht und Spesen) circa 10 Thaler,*) und

*) Die Fabrik der Herren Pfeiffer, Schwarzenberg und Comp. zu Cassel liefert die oben angegebene Düngermenge an Ort und Stelle zu 7½ Thaler, und wenn der Freiherr von Liebig, wie er bereits in Aussicht gestellt hat, seine Zustimmung zur Errichtung einer ähnlichen Fabrik in Sachsen gegeben haben wird, so kann es nicht fehlen, daß wegen der möglichen noch billigeren Beschaffung der Soda und Pottasche am hiesigen Platze im Vergleiche mit Cassel der Preis des Liebig'schen Düngers jedenfalls noch geringer als 7½ Thaler ausfallen müsse. Es würden in einem solchen Falle jene weiter unten berechneten 22 Thaler auf wenigstens 16½ Thaler für einen sächsischen Acker ermäßigt werden können.

Digitized by Google

wenn Sie unter Zugrundelegung dieſes Maßſtabes einen ſächſiſchen Acker ausreichend düngen wollten, ſo hätten Sie für die Düngung zu einer einjährigen Weizenernte beinahe 22 Thaler aufzuwenden, da ſich ein heſſiſcher Morgen zu einem ſächſiſchen Acker verhält, wie 100 zu 221, in welchem Verhältniſſe natürlich auch ein größeres Düngerquantum für einen ſächſiſchen Acker im Vergleiche mit einem heſſiſchen Morgen zu beſchaffen wäre. — 22 Thaler für eine Weizendüngung ſcheint Ihnen aber jedenfalls zu viel, und ich höre bereits von allen Seiten fragen, wie man doch bei ſolchem Preiſe behaupten könne, das neue Düngungsmittel ſei billiger, als die bisher gewöhnliche Düngung mit Stallmiſt.

Hier iſt jedoch, ehe man über wohlfeil oder theuer ſpricht, vorerſt zu ermitteln, erſtens wie hoch denn eigentlich die bisherige Düngung zu ſtehen komme, und zweitens wie groß die Wirkung dieſer bisherigen Düngung war.

Was den erſten Punkt anlangt, ſo iſt vor allen Dingen darauf aufmerkſam zu machen, daß der Werth des animaliſchen Düngers für die verſchiedenen Gegenden ein durchaus verſchiedener ſei, indem, um ſogleich die Extreme neben einander zu ſtellen, recht wohl der Fall eintreten kann, daß in gewiſſen Gegenden, z. B. in der Nähe mittelgroßer Städte, eine nicht unbeträchtliche Anzahl Fuhren Dünger umſonſt oder doch für wenige Groſchen zu erlangen ſind, während wieder in einer anderen Gegend animaliſcher Dünger um keinen Preis zu haben iſt. Für den erſten Fall würde natürlich das neue Düngungsmittel viel zu theuer, für den zweiten Fall jedoch außerordentlich wohlfeil ſein. Man ſieht daraus deutlich, wie relativ die Begriffe von Theuer und Wohlfeil ſind, und daß es durchaus nothwendig iſt, daß ein jeder Landwirth ſich erſt eine klare Einſicht in die Koſten, welche ihm ſeine bisherige Düngungsweiſe verurſacht, werde verſchaffen müſſen, ehe er über den Preis des

Digitized by Google

neuen Düngungsmittels urtheilen kann. Es ist eine nicht seltene Erscheinung, daß man von irgend einem Oekonomen behaupten hört: „mein Dünger kostet mich so viel wie gar nichts", weil sein Viehstand so groß ist, daß er aus dieser Quelle jene Düngermenge, welche er zur Düngung seines Getreidelandes nöthig hat, bezieht. Das mag in allen jenen Fällen seine Richtigkeit haben, wo die mittels dieses großen Viehstandes produzirten Gegenstände in einer Weise verwerthet werden können, daß der so erzielte Gewinn den Aufwand an Futter und Stroh bei Weitem übersteigt. Allein in sehr vielen Fällen beruht diese Behauptung denn doch nur auf einer Täuschung, und derselbe Oekonom, der da behauptet, sein Dünger koste ihm nichts, wird finden, daß ihm sein Dünger sehr hoch und jedenfalls höher zu stehen kommt, als das neue Liebig'sche Düngmittel, wenn er nämlich in Rechnung bringen will, daß er seine Ländereien viel höher würde nutzen können, wenn er mehr Getreide zu bauen vermöchte, und wenn er nicht gezwungen wäre, einen Theil seiner Felder zum Baue von Futtergewächsen aller Art zu verwenden; von dem Umstande einmal ganz abgesehen, daß er sein Stroh verkaufen könnte, und daß er nicht zum leidigen Fruchtwechsel gezwungen wäre. Denn könnte er Jahr aus Jahr ein die den höchsten Ertrag gebenden Feldfrüchte auf einem und demselben Felde erbauen (was er jetzt aus Mangel an Düngung und in Folge der Beschaffenheit des animalischen Düngers nicht kann), so würde vielleicht gerade für die Verhältnisse seines Landgutes ein Vortheil erwachsen, an welchen er bisher noch niemals gedacht hat, an welchen er aber jedenfalls denken und welchen er mit in Rechnung ziehen muß, wenn er die Kosten seiner bisherigen oder irgend einer anderen neuen Düngung ihrer wirklichen Höhe nach richtig beurtheilen will. Giebt es ja doch schon jetzt rein empirisch handelnde Landwirthe, welche, ganz entgegen den bisher Geltung besitzenden agrono-

Digitized by Google

mischen Grundsätzen und Vorschriften, ihren Viehstand bedeutend reduzirten, und den auf solche Weise entstehenden Mangel an animalischem Dünger mit Vortheil für den Ertrag ihres Grundbesitzes durch künstliche Düngungsmittel aller Art zu ersetzen wußten.

Um nun nach diesen allgemeinen Bemerkungen zu einem speziellen Falle überzugehen, so erlaube ich mir, als Beispiel der Kosten einer Weizendüngung nach der bisher üblichen Methode, die Umgebung von Dresden zu wählen. Es hat mir ein intelligenter Landwirth der hiesigen Gegend auf meine Bitte eine ungefähre Berechnung des wirklichen Düngerwerthes für die genannte Gegend ausgehändigt, und aus dieser geht hervor, daß man eine Fuhre Dünger zu 20 Zentner auf circa 2 Thlr. 10 Ngr. anschlagen könne. Nun seien aber 20 Fuder solchen Düngers eine starke Düngung für einen sächsischen Acker, und da man annehmen dürfe, daß nach der Wegnahme der Weizenernte im ersten Jahre noch 9 bis 10 Fuder Dünger für die nachfolgenden Ernten im Boden bleiben, so berechnet sich sonach die Kostenhöhe einer Weizendüngung auf 23 Thlr. 10 Ngr., wenn man annimmt, daß 10 Fuder im Boden bleiben, oder auf 25 Thlr. 20 Ngr., wenn man nur 9 Fuder im Boden bleiben läßt. Circa 22 Thaler kostet aber das neue Weizendüngungsmittel für einen sächsischen Acker, und man ersieht daraus, daß es in Betreff des Kostenpunktes für Dresden vorläufig beinahe gleich sein wird, ob man in der alten Weise oder auf die neue Art für Weizen düngt. Diese Rechnung muß sich jedoch für verschiedene andere Gegenden auch verschieden stellen, und namentlich dürfte sich, vielleicht mit Ausnahme Leipzigs, kein Distrikt in Sachsen, der sich zum Weizenbaue überhaupt eignet, ausfindig machen lassen, wo nicht stets die animalische Düngung durch das neue Düngungsmittel mit mehr oder minder großem Vortheile für den Landwirth zu ersetzen wäre.

Allein nicht blos die Kosten der bisherigen Düngung sind

Digitized by Google

zu ermitteln, vielmehr muß auch, wie bereits weiter oben angedeutet ward, die Größe der Wirkung dieser bisherigen animalischen Düngerarten untersucht werden, indem man, wollte man den zweiten Punkt vernachlässigen, zu nicht ganz richtigen Ansichten über die eigentliche Kostenhöhe des neuen Düngungsmittels gelangen würde. Obwohl es als ein allgemein giltiger agronomischer Grundsatz angesehen werden kann, daß, wer reichlich düngt, auch reichlich erntet, so werden sich doch gegen diesen Satz viele Beispiele aus der landwirthschaftlichen Praxis anführen lassen, wo eine sogenannte sehr reiche Düngung eher schadete, als nützte. Diese Fälle, welche ihrer eigentlichen Ursache nach bisher gar nicht verstanden wurden (denn alle Erklärungsweisen dieser Erscheinung sind geradezu aus der Luft gegriffen, — ich erinnere nur an jene nichtssagenden Ausdrücke: „zu erhitzend," oder „zu reitzend" u. s. w.), haben erst durch die jüngsten Bestrebungen der Chemie auf dem Gebiete der Agrikultur ihre wahre Würdigung gefunden, und es hat sich dabei ergeben, daß der Nachtheil, der aus der Anwendung solchen Düngers hervorging, nicht sowohl in seiner Quantität als vielmehr und zunächst in seiner Qualität begründet war. Wir können daher von diesen Fällen hier ganz absehen, und brauchen uns in der Festhaltung des oben aufgestellten Grundsatzes, daß, wer viel und (was wohl zu merken!) passend düngt, auch viel erntet, nicht stören zu lassen. Nun hat uns aber darüber, was man unter „passend" in Bezug auf Düngung zu verstehen habe, die neuere Chemie die befriedigensten Aufschlüsse gegeben; und wenn aus der am letzten Male mitgetheilten Adresse Liebig's, sowie aus Dem, was ich in dem Abschnitte „über die Düngung im Allgemeinen" (15te Vorlesung) beibrachte, einem Jeden klar geworden sein wird, daß man unter einem passenden Dünger einen solchen zu verstehen habe, welcher Alles, was eine bestimmte Kulturpflanze braucht, in den für ihr Bedürfniß

Digitized by Google

richtigen Quantitäten und Qualitäten enthält, so wird es hoffentlich jetzt eben so klar am Tage liegen, daß sämmtliche bisherige Düngerarten, mochten es nun animalische oder künstliche sein, auf den Namen eines „passenden" Düngers, dem strengen Sprachgebrauche gemäß, keinen Anspruch haben, da man, wenn die durch die chemische Analyse gefundenen wirksamen Bestandtheile der verschiedenen bisherigen Düngerarten mit den Aschenbestandtheilen der verschiedenen Kulturpflanzen verglichen werden, stets findet, daß Einer oder Mehre jener Körper, deren die Pflanze bedarf, entweder ganz fehlen oder doch in nicht hinreichender Menge vorhanden sind. Nicht so ist es mit den von Liebig empfohlenen künstlichen Düngmitteln. In ihnen findet sich Alles, was die verschiedenen Kulturpflanzen im Boden antreffen müssen, wenn anders sie gedeihen sollen, in den erforderlichen Verhältnissen vor, und man kann deßhalb nur diese Düngungsmittel mit dem Namen „passende Düngungsmittel", bezeichnen. Man erkennt daher dem Vorausgeschickten zufolge, daß eine strenge Vergleichung der künftigen Wirksamkeit der Liebig'schen Düngungsmittel (man hat natürlich bis jetzt nur von der Zukunft zu sprechen, da diese Düngungsmittel ihrer Neuheit wegen noch keine Resultate liefern konnten) mit der bis jetzt beobachteten Wirkung der bisherigen animalischen Düngungsmittel nicht wohl möglich ist, und daß in dieser Beziehung erst Erfahrungen abgewartet werden müssen; allein es ist trotzdem doch schon jetzt möglich, die Wirksamkeit der neuen Düngungsmittel a priori zu berechnen. Wenn nämlich als bekannt vorausgesetzt werden darf (und es ist dies wissenschaftlich und durch die Erfahrung bewiesen), daß jedwede Düngung um deßhalb nothwendig ist, damit dem Boden Dasjenige wieder gegeben werde, was ihm bei der Ernte, wir wollen beispielsweise sagen, bei einer guten Weizenernte, entnommen ist, so liegt es auf der Hand, daß man durch Wägung des gesammten geernteten Weizenstrohes und der Körner,

Digitized by Google

und durch zweckmäßige Einäscherung eines ebenfalls bestimmten Theiles der geernteten Pflanzen, sowie durch Gewichtsbestimmung der so erhaltenen Aschen mit Sicherheit erfahren kann, wie viel eines passenden Düngers dem Boden wieder zugeführt werden muß, damit er wieder in den Zustand versetzt werde, daß man schon im nächsten Jahre dieselbe Pflanze abermals bauen kann. Bleiben wir nun bei dem Beispiele des Weizens stehen, so kann man wohl ohne großen Fehler annehmen, daß durchschnittlich bei uns auf einem sächsischen Acker 2000 Pfund Körner und 6000 Pfund Stroh geerntet werden, und da nun die angegebene Menge Weizenkörner ungefähr 40 Pfund, das Stroh aber 300 Pfund Asche bei seiner Einäscherung geben würde, Beides zusammen also 340 Pfund, so hätten wir auf diese Weise die Gewichtsmenge der dem Boden entzogenen festen Bestandtheile der gesammten Weizenernte und zugleich die Gewichtsmenge des zuzuführenden passenden Düngungsmittels kennen gelernt. Was also erfahrungsmäßig bis jetzt 10 Fuhren Dünger (siehe weiter oben) gewirkt haben, welche bei uns mit circa 23 Thlr. 10 Ngr. zu veranschlagen sind, Das würde, theoretisch betrachtet, mit 340 Pfund des Liebig'schen Weizendüngungsmittels zu bewirken sein, und diese 340 Pfund würden, bis jetzt allerdings nur am Orte ihrer Bereitung, blos auf 10 Thlr. 18 Ngr. zu stehen kommen

Nun ist zwar nicht außer Acht zu lassen, daß man jedenfalls wohlthun wird, etwas mehr als 340 Pfund (jene soeben berechnete Menge) zu nehmen, also etwa 400 Pfund; allein in keinem Falle möchten größere Mengen zur Düngung eines sächsischen Ackers zu verwenden sein, vorausgesetzt, daß man eben keinen höheren Ertrag als 6000 Pfund Stroh und 2000 Pfund Körner zu erzielen beabsichtigt, sowie daß man von Seiten des ursprünglichen Bodengehaltes gar nichts zu erwarten hat; und es ergiebt sich sonach aus diesen Betrachtungen sehr augenfäl-

Digitized by Google

lig die Wahrheit der weiter oben ausgesprochenen Behauptung der großen Wohlfeilheit dieser neuen Düngungsmittel.

Endlich und zuletzt gedenke ich als eines Vortheiles, welchen der Liebig'sche Dünger vor allen andern künstlichen Düngungsmitteln und theilweise sogar vor dem vegetabilisch-animalischem Dünger voraus hat, noch des Umstandes, daß nämlich die unter gewöhnlichen Umständen leicht löslichen Aschenbestandtheile, also die alkalischen Salze, in Liebig's Düngungsmitteln in einer schwer löslichen Form enthalten sind, wodurch die leichte Auswaschung und Fortführung dieser Substanzen von Seiten des Regenwassers möglichst vermieden wird.

Es läßt sich durch die bündigsten Beweise und Rechnungen darlegen, daß die Anwendung thierischen Düngers (so unzureichend dieselbe schon an sich ist) doch noch weit unzureichender sein, und daß der praktische Landwirth dies längst schon durch die Erfahrung zu seinem größten Nachtheile erkannt haben würde, wenn nicht von Seiten des Bodens bisher immer noch eine gewisse Quantität Alkalien geliefert worden wäre, durch deren Hinzutreten zu den Bestandtheilen des vegetabilisch-animalischen Düngers allein es möglich ward, daß dieser Dünger diejenigen Wirkungen zeigte, die er in der That bis jetzt noch besaß. Ich habe Ihnen bereits früher (und namentlich Seite 322) zur Genüge gezeigt, daß fortdauernd gewisse Mengen von Alkalien, wenn auch nicht aus dem großen Haushalte der Natur, so doch aus dem kleinen Haushalte eines Landes, einer Provinz oder eines Landgutes, ihrer leichten Löslichkeit halber schon bei dem Einsammeln des thierischen Düngers verloren gehen, und es kann nicht fehlen, daß dieser Verlust selbst nach dem Aufbringen des Düngers auf das Feld in mehr oder minder hohem Grade fortdauert, da das nach jedem Regenguße ablaufende Wasser von dem Boden des Feldes eine nicht unbeträchtliche Quantität gerade dieser leicht löslichen alkalischen Salze fort-

Digitized by Google

führt. Diese Verluste können nun zwar durch die fortschreitende Verwitterung der der Verwitterung fähigen Silikate des Bodens immer wieder gedeckt werden, und es scheint allerdings, als sei diese Deckung in den bei Weitem meisten Fällen bis jetzt noch eine ausreichende gewesen; allein es muß durch diesen Umstand eine endliche Verarmung und Erschöpfung selbst sehr reichen Bodens um so sicherer herbeigeführt werden, je mehr man Düngungsmittel verwendet, welchen es gleich von vorn herein entweder gänzlich, oder doch in sehr bedeutendem Grade an Alkalien fehlt, wie dies z. B. mit dem Guano der Fall ist. Diesem Uebelstande ist jedoch durch die Liebig'schen Düngungsmittel vorgebeugt worden, indem dieselben erstens die den verschiedenen Kulturpflanzen nöthige Menge Alkalien mitbringen, und zweitens, indem sie diese Alkalien, wie bereits mehrfach angedeutet wurde, in einer schwer löslichen Form enthalten, wodurch deren Auflösung nur allmählig bewirkt wird, so daß das Freiwerden dieser Alkalien geradezu mit dem Freiwerden derselben Substanzen durch eine sehr schnelle Verwitterung am Besten verglichen werden kann.

Die Mittel, wodurch so leicht löslichen Körpern, wie z. B. den kohlensaueren und schwefelsaueren Kali- und Natrumsalzen eine schwer lösliche Beschaffenheit beizubringen ist, sind ebenso einfach als sinnreich, (z. B. das Zusammenschmelzen von kohlensauerem Kalke mit kohlensauerem Kali, welches ohne Verlust von Kohlensäure zu bewirken ist, und wodurch das kohlensauere Kali sehr schwer löslich wird), und es ist Liebig's unbestritten großes Verdienst auf diese chemische Thatsache die fabrikmäßige Darstellung künstlicher Düngungsmittel zuerst begründet zu haben.

Die Liebig'schen Düngungsmittel sind durchaus nicht bloße Gemenge schwer und leicht löslicher Pflanzennahrungsmittel, und es wird Ihnen, meine Herren, jetzt hoffentlich klar geworden sein,

Digitized by Google

daß den Liebig'schen Düngungsmitteln das doppelte Prinzip innewohnt:

1) Darreichung der von Seiten des Bodens nöthigen Pflanzennahrungsmittel in den den verschiedenen Kulturpflanzen geeignetsten Mengen (mit Rücksicht auf die relativen Aschenmengen der Pflanzen).
2) Darreichung der von Seiten des Bodens nöthigen Pflanzennahrungsmittel in der geeignetsten Form (mit Rücksicht auf die Löslichkeit der Bestandtheile des Düngers).

Ich würde mit dem Vorstehenden unsere heutige Unterhaltung schließen, wenn mir nicht daran gelegen sein müßte, Ihr Augenmerk für wenige Augenblicke noch auf einen Punkt zu lenken, in Betreff welches es den Aschein hat, als stände ich mit Liebig in wesentlichem Widerstreite.

In der Liebig'schen Addresse finden Sie nämlich zwei Stellen (Seite 375 und Seite 384), welche ich Ihnen hiermi nochmals vorlege:

„Mit den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft, d. h. mit Kohlensäure und Ammoniak, können sich die Pflanzen in der Mehrzahl der Fälle ganz ohne des Menschen Zuthun versorgen" u. s. w.

„Alle Düngungsmittel, welche zum Gebrauche für den nächsten Winter bestimmt sind, enthalten eine für den beabsichtigten Bau von Korn und anderen Feldfrüchten entsprechende Mengen von Ammoniak, und gewisse Experimente, mit denen ich soeben beschäftigt bin, werden zeigen, ob man in Zukunft die jetzigen Kosten dieser künstlichen Dünger werde verringern können, was jedenfalls dann stattfinden wird, sobald sich ergiebt, daß man von Ammoniak nur die Hälfte oder gar nichts anzuwenden braucht. Ich glaube, daß dies, nämlich der Wegfall des Ammoniakes in den künstlichen Düngungsmitteln, bei vielen

Digitized by Google

Pflanzen der Fall sein wird, wie z. B. bei dem Klee und anderen blattreichen Gewächsen, ebenso bei Erbsen und Bohnen; allein meine Versuche sind noch nicht so weit beendigt, als daß daraus bis jetzt mit Sicherheit sich etwas bestimmen läßt."

Wollen Sie nun mit diesen Aeußerungen Liebig's Dasjenige vergleichen, was ich öfters, am Allerbestimmtesten aber in dem Abschnitte „über atmosphärische Düngung" ausgesprochen habe:

„eine künstliche Zufuhr von Kohlensäure und Ammoniak durch Düngung sei überflüssig," (Seite 277.)

so ersehen Sie allerdings, daß Liebig anderer Ansicht ist, als ich, allein ich muß diese Verschiedenheit der Ansichten als durchaus unwesentlich betrachten, so lange nicht durch Versuche nachgewiesen worden ist, welche Ansicht die richtige sei.

Indem ich Ihnen früher meine Ansicht über diesen Gegenstand mittheilte, konnte ich mich natürlich nur insoweit auf die bisherigen praktischen Erfahrungen stützen, als mir dieselben bekannt waren, und wenn daher Liebig durch Beachtung bisheriger praktischer Erfahrungen zu anderer Ansicht gelangt zu sein scheint, so liegt der Grund lediglich in meiner Nichtkenntniß solcher praktischen Erfahrungen, und ich werde mich beeilen, meine Ansicht als eine irrige zurückzunehmen, wenn durch die gedachten, bis jetzt aber noch nicht bekannt gemachten Versuche Liebig's nachgewiesen werden sollte, daß eine künstliche Zufuhr von Ammoniak für die Zwecke der Kultur nöthig sei. Bis dahin jedoch, d. h. bis mir diese Versuche Liebig's meinen Irrthum gezeigt haben werden, halte ich mich an die Resultate der mir bekannten praktischen Erfahrungen, und in dieser Beziehung glaube ich, Ihnen in dem oft schon zitirten Abschnitte „über atmosphärische Düngung" nachgewiesen zu haben, daß Düngung mit Ammoniaksalzen überflüssig sei.

Digitized by Google

Zweiundzwanzigste Vorlesung.

Krankheiten der Kultur-Pflanzen.

Wenn ich mich jemals bei unseren Unterhaltungen Ihnen gegenüber unsicher gefühlt habe, so ist es heute, wo ich beabsichtige, Ihnen meine Ansicht über das Wesen derjenigen Krankheiten, welche nicht selten in bedeutender Ausdehnung unsere Kulturpflanzen befallen, vorzulegen; und zwar ist die Ursache dieser Unsicherheit viel weniger in dem Umstande begründet, daß ich weiß, meine Ansicht befinde sich im direkten Gegensatze zu dem Herkömmlichen, als vielmehr darin, daß mir selbst der ganze Gegenstand noch sehr neu ist, und daß es mir bisher noch an Zeit gefehlt hat, mich so in ihn hineinzuarbeiten, als er es seiner Wichtigkeit nach verdient. Ich betrachte daher die nachfolgende Darlegung nur als einen Versuch, in Betreff welches ja zukünftige weitere Erfahrungen lehren werden, ob ich mich auf dem Wege zur Wahrheit oder zum Irrthume befinde.

Ich denke mir, daß einer jeden Pflanzenspezies als solcher ein gewisses Maß ihrer Entwickelung, sowohl der Größe überhaupt, als wie der Quantität und Qualität ihrer einzelnen näheren organischen Bestandtheile ins Besondere, vorgeschrieben sei, obschon uns dieses Maß in den bei Weitem meisten Fällen

Digitized by Google

entweder nach Allen, oder doch nach Einigen der soeben angedeuteten Richtungen hin völlig unbekannt ist.

Denn was die Norm für die Größe, oder besser für die Masse (die absolute Quantität sämmtlicher näherer organischer Bestandtheile) einer Pflanze, welche dieselbe unter günstigen Umständen zu erreichen im Stande ist, anlangt, so wissen wir darüber bei den mehrjährigen Pflanzen, z. B. bei allen Bäumen, gar nichts; ja wir befinden uns selbst mit Rücksicht auf die ein- und zweijährigen Pflanzen in großer Dunkelheit, da wir von der möglichen Größe ihrer Entwickelung kaum eine deutlichere Vorstellung haben, als daß wir z. B. nur vermuthen, eine Weizenpflanze könne nicht zur Größe einer Tanne emporschießen.

Aehnlich, wenngleich nicht ganz so schlimm, verhält es sich aber auch mit unserer Kenntniß der Norm, nach welcher den verschiedenen Pflanzen die relative Quantität ihrer näheren organischen Bestandtheile, wovon ja (mit Einschluß der Form) zunächst die Verschiedenheit der Qualität der Pflanzen abhängt, zugemessen ist. Um in dieser Beziehung möglichst ins Klare zu kommen, müssen wir vor allen Dingen von den kultivirten Pflanzen ganz absehen, und unsere Studien nur an wildgewachsenen, auf ihren natürlichen Standorten sich befindenden Pflanzen machen, indem man an diesen noch am Allererstenzu erkennen im Stande sein wird, was man unter „normal" zu verstehen habe, während man bei jenen (also bei den kultivirten Pflanzen) den größten Täuschungen unterliegen würde, wenn man ihre Beschaffenheit für die normale halten, und daraus die gewünschten Aufschlüsse entlehnen wollte. Die kultivirte Pflanze, als eine in einem abnormen d. h. unnatürlichen Zustande sich befindende Pflanze (vgl. S. 196), kann doch unmöglich den verlangten Maßstab für Das, was man unter „Norm" zu verstehen hat, abgeben.

Digitized by Google

So zeigte z. B. nach Hermbstädt's Untersuchungen (vgl. S. 273) der Weizen einmal 35 Prozent Kleber, das andere Mal 12 Prozent, und wieder ein anderes Mal gar nur 9 Prozent Kleber. Fragt es sich demnach, wie viel Kleber wohl die Weizenpflanze in ihrer normalen, dem Einflusse der Kultur nicht unterworfenen Entwickelung besitze, so ist begreiflich, daß diese Frage aus den obigen Zahlen nicht beantwortet werden kann. So variirte ferner der Gehalt des Milchsaftes von Papaver somniferum (Opium) nach Biltz, Mulder und Schindler

an Morphin	von	2,84	bis	20,00 Prozent
" Narcotin	"	1,30	"	33,00 "
" Cautschouk	"	2,00	"	6,01 "

und man weiß jetzt ebenfalls nicht, welcher Gehalt des Mohnes an diesen näheren Pflanzenbestandtheilen denn eigentlich der normale sei. Oder glauben Sie vielleicht den normalen Gehalt der Kartoffelknollen an Stärkemehl zu kennen, wenn Sie wissen, daß dieser Gehalt bei der kultivirten Pflanze zwischen 9 und beinahe 24 Prozent schwanken kann? Ja selbst, wenn Sie mir einwenden sollten, daß das letzte Beispiel um deßhalb nicht gelten könne, weil diese großen Differenzen nicht bei einer und derselben Kartoffelsorte, sondern bei verschiedenen Kartoffelsorten gefunden worden seien (ein Einwand, der allerdings Vieles für sich hat, obschon die sogenannten Sorten sämmtlich einer und derselben Pflanzenspezies, nämlich dem solanum tuberosum angehören), so muß ich Sie doch an Ihre eigenen Erfahrungen erinnern, denen zu Folge selbst eine und dieselbe Kartoffelsorte nicht jedes Jahr denselben Stärkemehlgehalt zeigt, wie Sie recht wohl aus dem nicht selten bedeutenden Ausfalle in der Spiritusausbeute der verschiedenen Jahrgänge einer und derselben Kartoffelsorte wahrzunehmen vermochten.

Sie ersehen deutlich, wie unsicher unsere Kenntnisse in Betreff des normalen Gehaltes der verschiedenen Pflanzen an den

Digitized by Google

einzelnen näheren Bestandtheilen bis jetzt noch sind, und wie wenig die kultivirten Pflanzen sich eignen, derartige Fragen zu lösen. Wenn daher, wie ich später zeigen werde, eine solche Kenntniß mit Rücksicht auf die mögliche Vorbauung der verbreitetsten Krankheiten unserer Kulturpflanzen als eine sehr wichtige betrachtet werden muß, so ist begreiflicher Weise der sicherste Weg dazu, daß man sich weit ernstlicher als bisher mit dem allerdings sehr schwierigen Studium der wildwachsenden Pflanzen werde befassen müssen, da man nur auf diese Weise zu erkennen vermag, was „normal" ist, und da nur so gelernt werden kann, was zu thun ist, um die Kulturpflanzen auf ihren normalen Zustand, soweit nämlich ein solcher mit den Zwecken der Kultur vereinbar ist, thunlichst zurückzuführen, und somit das leichte Erkranken und die häufigen Mißernten zu vermeiden.

Setzen wir z. B. den Fall, es sei durch besondere Untersuchungen festgestellt, daß das normale Verhältniß zwischen Kleber und Stärkemehl in dem Weizenkorne dem Gewichte nach wie 20 zu 80 sei, und es sei ferner ermittelt, daß dieses Verhältniß nicht geändert werden dürfe, ohne Gefahr zu laufen, daß der Weizen unter dem Einflusse einer Menge verschiedenartiger Gelegenheitsursachen erkranke, so hätte man natürlich bei der Kultur des Weizens möglichst darauf zu achten, daß dieses Verhältniß durch Anwendung aller zu Gebote stehenden Mittel möglichst aufrecht erhalten werde, obschon es der Kultur unbenommen wäre, dahin zu streben, in Zukunft viel größere Weizenkörner zu erbauen, als bisher. Denn bei der völligen Unkenntniß der Größenausbildung, bis zu welcher das Weizenkorn unter günstigen Umständen überhaupt möglichen Falles gelangen kann, liegt auf der Hand, daß man selbst ein pfundschweres Weizenkorn ein gesundes nennen muß, wenn nur sein Kleber und Stärkemehlgehalt in dem Verhältnisse von 20 zu 80 vorhanden ist,

Digitized by Google

trotzdem daß das bisherige Gewicht eines Weizenkornes durchschnittlich nur den 10,000sten Theil eines Pfundes beträgt.

Der zweite Hauptpunkt, auf welchen ich zur Einleitung meiner heutigen Mittheilungen die Sprache zu bringen habe, ist die Thatsache, daß die Entwickelung einer jeden Pflanze und also auch die Bildung der einzelnen näheren Bestandtheile, aus denen die Pflanze besteht, von dem Vorhandensein gewisser materieller Substanzen abhängig ist, des nöthigen Einwirkens von Wärme, Licht u. s. w. ganz zu geschweigen. Als solche materielle Substanzen haben wir aber bereits in dem Früheren die Bestandtheile der atmosphärischen Luft (Wasser, Kohlensäure und Ammoniak), sowie eine Anzahl nur im Boden vorkommender Bestandtheile (die sogenannten Aschenbestandtheile) kennen gelernt, und zwar haben wir guten Grund zu behaupten, daß die Bildung der stickstofffreien näheren Pflanzenbestandtheile, als z. B. des Gummis, der Holzfaser, des Stärkemehles u. s. w., ausser von dem Vorhandensein von Kohlensäure und Wasser, noch ganz ins Besondere abhängig ist von dem Vorhandensein der Alkalien, des Kalkes, des Chlors, der Schwefelsäure (?) und der Kieselsäure, während die Bildung der stickstoffhaltigen näheren Pflanzenbestandtheile (also z. B. des Klebers, des Caseins u. s. w.), außer dem Vorhandensein von Wasser, Kohlensäure und Ammoniak, noch ganz ins Besondere die Gegenwart von Phosphorsäure, Magnesia, Eisen (?) erfordert.

Nun wissen wir zwar noch nicht das Mindeste über die Art und Weise, wie es die Pflanze anfängt, um aus den genannten, theils der Atmosphäre, theils dem Boden angehörigen Pflanzennahrungsmitteln die ihr nöthigen stickstofffreien, sowie stickstoffhaltigen näheren Bestandtheile darzustellen, und es ist vorläufig auch noch wenig Aussicht vorhanden, daß wir überhaupt zu einer genauen Kenntniß dieses chemisch-vitalen Herganges (man verzeihe mir diesen Ausdruck) jemals gelangen

Digitized by Google

sollten. Indessen so viel ist gewiß, und gelegentlich in einem früheren Vortrage bewiesen worden, daß zur Bildung der näheren Pflanzenbestandtheile das Vorhandensein der bezeichneten materiellen Nahrungsmittel absolut nothwendig ist, und nach Allem, was uns die Chemie gelehrt hat, muß die soeben angedeutete Beziehung zwischen den verschiedenen Aschenbestandtheilen und den beiden Hauptgruppen der näheren organischen Pflanzenbestandtheile (der stickstofffreien und der stickstoffhaltigen) als eine Thatsache betrachtet werden. Nach diesen chemischen Erfahrungen ist z. B. die Bildung von Pflanzenfaser ohne Alkalien u. s. w. ebenso undenkbar, als wie die Bildung von Kleber ohne Phosphorsäure u. s. w. völlig unmöglich ist.

Erlauben Sie mir, daß ich Ihnen diesen Gegenstand durch eine kleine Tabelle, wenn Sie ihn nicht bereits aus früher mitgetheilten Tabellen erkannt haben sollten, etwas näher vor die Augen führe.

Es ist eine bekannte Sache, daß die verschiedenen Stroharten an einem stickstofffreien näheren Pflanzenbestandtheile, an der Holzfaser (dem sogenannten vegetabilischen Faserstoffe), vorwaltend reich sind, und dasselbe gilt von den Kartoffelknollen in Betreff eines anderen gleichfalls stickstofffreien näheren Pflanzenbestandtheiles, des Stärkemehles. Sind nun die soeben ausgesprochenen Behauptungen des Zusammenhanges zwischen der Bildung stickstofffreier näherer Bestandtheile und dem nöthigen Vorhandensein gewisser Aschenbestandtheile (zunächst Alkalien, oder Alkalien und Kieselsäure) begründet, so wird sich dies am Allersichersten bei der Untersuchung der nach dem Verbrennen von Stroh und Kartoffelknollen zurückbleibenden Asche herausstellen. Ebenso bekannt ist es auf der anderen Seite, daß Samen aller Art, also z. B. Weizenkörner, oder Erbsen, einen außerordentlichen Reichthum an stickstoffhaltigen näheren Pflanzenbestandtheilen aufzuweisen haben, und unter gleicher Voraussetzung

Digitized by Google

der Richtigkeit unserer Annahme muß sich daher bei der Einäscherung dieser Körper ein ebenso außerordentlich großer Gehalt jener zweiten Gruppe von Aschenbestandtheilen, also der Phosphorsäure u. s. w., bemerkbar machen. Diese Verhältnisse sind aber in der Tabelle nicht zu verkennen.

1000 Theile der Asche nachstehend verzeichneter Pflanzensubstanzen enthalten (nach Abzug der Kohlensäure und des Verlustes):

	Pflanzensubstanzen, reich an stickstofffreien näheren Bestandtheilen.				Pflanzensubstanzen, reich an stickstoffhaltigen näheren Bestandtheilen	
	Weizenstroh.		Kartoffelknollen.		Erbsen.	Weizenkörn.
Alkalien	186,2	910,5	701,1	701,1	454,7	284,9
Kieselsäure	724,3		0,0		0,0	3,5
Kalk	—	35,0	—	5,3	59,1	14,9
Magnesia	—	Spur.	—	41,6	64,3	121,8
Eisenoxyd	—	3,4	—	0,9	10,5	1,5
Chlor	—	0,4	—	41,7	22,4	Spur.
Schwefelsäure	—	9,4	—	70,8	49,1	0,4
Phosphorsäure	—	40,8	—	138,6	345,0	573,1

(Die vorstehenden Aschenanalysen gehören mir an, mit Ausnahme der Erbsenaschenuntersuchung, welche von Will herrührt.)

Ich habe in dieser Tabelle die Menge der Alkalien und der Kieselsäure auf der einen Seite, sowie die Menge der Phosphorsäure auf der anderen Seite durch größere Zahlen hervorgehoben, um sie desto auffälliger zu machen, und ich muß bei dieser Gelegenheit ausdrücklich bemerken, daß ich nicht etwa nach für meine Behauptung besonders sprechenden Beispielen gesucht, sondern dieselben genommen habe, wie sie mir eben zur Hand kamen. Uebrigens sind erfahrungsmäßig diese allgemeinen Verhältnisse, insbesondere der Phosphorsäure, sowie der Alkalien und Kieselsäure zu dem Gehalte der Pflanze an stickstoffhaltigen und stickstofffreien näheren Pflanzenbestandtheilen so feststehend, daß ein mit der Deutung von Pflanzenaschenanalysen nur einigermaßen vertrauter Chemiker schon bei nur oberfläch-

Digitized by Google

licher Besichtigung der in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Zahlenresultate sogleich erkennen wird, welcher Art die vegetabilischen Substanzen waren, bei deren Verbrennung die eine oder die andere Asche zurückblieb. Und wenn er auch sich in so weit irren könnte, daß er vielleicht die Asche von Kartoffelknollen für Rübenasche, oder Die der Weizenkörner für Roggenkörnerasche halten sollte, da ihm die zwischen der Asche von Rüben und Kartoffeln, sowie zwischen Der von Weizen und Roggen obwaltenden Unterschiede möglicher Weise nicht ganz sicher im Gedächtnisse sind, so wird er doch niemals in den Fall kommen, in der Kartoffelknollenasche z. B. die Asche irgend eines Samenkornes, oder umgekehrt, zu vermuthen. Er weiß bestimmt, daß in jedem Samen bedeutende Mengen stickstoffhaltiger näherer Pflanzenbestandtheile vorhanden sind, wodurch in der Samenasche ein weit bedeutenderer Gehalt an Phosphorsäure bedingt wird, als in der Asche von Holz, Stroh, Kartoffelknollen, oder Rüben jemals enthalten sein kann. Und wiederum weiß er ebenso bestimmt, daß in den verschiedenen Hölzern, im Strohe aller Art, in den verschiedenen Knollen u. s. w. die stickstofffreien näheren Pflanzenbestandtheile, z. B. der vegetabilische Faserstoff, das Stärkemehl u. s. w., die Hauptrolle spielen, während die stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile dagegen zurücktreten; dadurch wird aber der Reichthum der Asche solcher Substanzen an Kieselsäure und Alkalien bedingt, und es wird keinem Sachverständigen einfallen, in solcher Asche etwa die Asche eines Samens erkennen zu wollen.

Genug, Sie sehen, daß man aus der Zusammensetzung der Asche einer Pflanze, einen sicheren Schluß auf ihren Reichthum an stickstofffreien oder stickstoffhaltigen näheren Pflanzenbestandtheilen zu machen berechtigt ist.

Wenn nun schon bei früherer Gelegenheit, bei der allgemeinen Betrachtung der Aschenbestandtheile der Pflanzen (Seite

Digitized by Google

173 ff.), bewiesen worden ist, daß die Aschen- oder Bodenbestandtheile zum Gedeihen der Pflanzen unerläßlich sind, daß ferner verschiedene Pflanzen verschiedene Mengen brauchen, und daß endlich eine große Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Pflanzenasche stattfindet, welche durch die Verschiedenheit der Art der Pflanze, von welcher die Asche herrührt, bedingt wird, so kann man jetzt einen Schritt weiter gehen. Denn was von der ganzen Pflanze gilt, daß nämlich ihr Gedeihen oder besser ihr Wachsthum an das Vorhandensein gewisser Boden- oder Aschenbestandtheile geknüpft ist, Das muß man natürlich auf die Bildung der einzelnen näheren organischen Bestandtheile der Pflanze beziehen, da ja die Pflanze eben nur in so fern wächst, als sich die Masse der einzelnen näheren Bestandtheile, aus denen die ganze Pflanze zusammengesetzt wird, vergrößert. Und da ferner den verschiedenen Pflanzen erfahrungsmäßig ein relativ sehr verschiedener Gehalt an näheren organischen Bestandtheilen zukommt (es enthalten z. B. 100 Theile trockene Substanz des Kartoffelknollens stets weit weniger stickstoffhaltige nähere Bestandtheile, als 100 Theile trockene Weizenkörner), so erkennt man jetzt deutlich, daß ein Hauptgrund der Aschenverschiedenheit bei verschiedenen Pflanzen in der relativ sehr verschiedenen Menge, also in der verschiedenen Quantität der organischen Pflanzenbestandtheile, liege, obschon nicht geläugnet werden darf, daß hierbei auch die qualitative Verschiedenheit der näheren organischen Bestandtheile beachtet werden muß, indem es mit Rücksicht auf die Quantität und Qualität z. B. der phosphorsaueren Salze, welche sich in irgend einer Pflanzenasche vorfinden, durchaus nicht gleich sein wird, ob die eingeäscherte Pflanze 30 Prozent stickstoffhaltige Substanz in der Form von Kleber (Fibrin) oder in der Form von Käsestoff (Casein) enthielt. Ja ich glaube Grund zu der Vermuthung zu haben (und ich stehe rücksichtlich dieser Vermuthung gar nicht allein da, vielmehr hat

Digitized by Google

schon Mulder*) dasselbe angedeutet), daß selbst die Formverschiedenheiten, welche sich bei einem und demselben näheren Pflanzenbestandtheile bemerkbar machen, einer Verschiedenheit der Aschenbestandtheile zuzuschreiben sein möchten, so daß dadurch erklärlich wird, weßhalb z. B. die verschiedenen Arten des Stärkemehles, oder des vegetabilischen Faserstoffes, sich so verschieden gestaltet zeigen, trotzdem daß sie mit Hinsicht auf ihren Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt völlig gleich zusammengesetzt sind.

Die sorgfältige Beachtung der Zusammensetzung der Pflanzenaschen wird uns deßhalb nicht allein einen Schluß auf die quantitativen Verhältnisse, in denen die stickstoffhaltigen, sowie die stickstofffreien näheren Bestandtheile in den Pflanzen vorkommen, machen lassen, sondern sie wird, dafern man im Stande ist, gewisse Schwierigkeiten zu beseitigen,**) wahrscheinlich auch

*) „Es verdienen daher" (so heißt es bei Mulder in seinem Versuche einer allgemeinen physiologischen Chemie, Seite 365) „die beigemengten Stoffe, welche bei den Analysen gewöhnlich unter dem nichtssagenden Namen von Aschen aufgeführt werden, eine viel größere Beachtung, als ihnen bis jetzt zu Theil geworden ist. Man muß die Elementargewebe rein darstellen und ihre Aschen untersuchen, dann wird die paradoxe Meinung, welche — zum großen Nachtheile für die Wissenschaft — noch immer Eingang findet, daß nämlich gleiche Stoffe ungleiche Produkte hervorbringen, ihre Geltung verlieren und dem übermäßigen Streben nach Auffinden von Identität, welches jetzt manchen Chemiker so sehr beseelt, ein Ziel gesetzt werden. Die Hauptbestandtheile des organischen Reiches beschränken sich nur auf eine geringe Anzahl, aber die beigemengten unorganischen Stoffe variiren sowohl ihrer Qualität wie ihrer Quantität nach, und darum zeigen die konstituirenden Bestandtheile der Organe selbst eine unendliche Mannigfaltigkeit."

**) Diese Schwierigkeiten liegen, außer in den analytischen Methoden, meines Erachtens nach, hauptsächlich in dreierlei Umständen. Erstens in der komplizirten Zusammensetzung der Pflanzenaschen überhaupt; zweitens in der Möglichkeit, daß sich verschiedene Bodenbestandtheile in den Pflanzen gegenseitig vertreten können, z. B. Natrum und Kali, Kalk und Magnesia, woraus eine Verschiedenheit der Asche hervorgeht, welche nur mit großer Vorsicht zu Schlüssen auf eine Verschiedenheit der organischen Be-

Digitized by Google

in Zukunft benutzt werden können, uns einen Begriff von der chemischen Verschiedenheit vieler solcher Körper, die uns bisher als vollkommen gleich zusammengesetzt und nur ihrer Form nach als verschieden gelten, zu verschaffen.

Mögen Sie nun, meine Herren, dem bis jetzt Mitgetheilten entnehmen, was und wie viel Sie wollen, — — — zwei Hauptsätze gehen mit völliger Sicherheit daraus hervor:

1) Die Verschiedenheit der Größe oder der Masse zweier Pflanzen einer und derselben Art hängt ab von der größeren oder geringeren Gewichtsmenge der einzelnen näheren organischen Bestandtheile, und wiederum wird diese Gewichtsmenge von der im Boden, worauf die Pflanzen wachsen, vorräthigen Gewichtsmenge zugehöriger Aschenbestandtheile bedingt.

2) Die Verschiedenheit der Qualität zweier Pflanzen einer und derselben Art hängt ab von der relativ verschiedenen Menge der näheren organischen Bestandtheile, aus denen sie zusammengesetzt werden, und wiederum ist diese Verschiedenheit bedingt durch die Verschiedenheit der relativen Menge der im Boden vorhandenen Aschenbestandtheile;

und wenn wir diese Sätze umkehren, so gelangt man zu den hoffentlich ebenso unangreifbaren und für die landwirthschaftliche Praxis außerordentlich folgereichen Sätzen:

1) Durch Gesammtvermehrung der einer bestimmten Pflanze zugehörigen Aschen- oder Bodenbestandtheile vermag man

---

standtheile, denen diese Asche angehörte, gebraucht werden darf; drittens endlich und vor Allem in dem Umstande, daß wir uns schwer werden überzeugen können, wie Viele der bei Verbrennung einer ganzen Pflanze gefundenen Aschenbestandtheile bereits assimilirt wurden, und wie Viele sich erst auf dem Wege zur Assimilation befinden, da begreiflicher Weise für die oben besprochenen Zwecke eine solche Unterscheidung höchst nothwendig ist.

Digitized by Google

die Gesammtbildung der einzelnen näheren organischen Bestandtheile zu vermehren, und sonach die Masse der ganzen Pflanze zu vergrößern;

2) Durch Veränderung der relativen Menge der Aschen- oder Bodenbestandtheile vermag man die relative Menge der näheren organischen Bestandtheile, und sonach die Qualität einer bestimmten Pflanze künstlich zu verändern.

In Rücksicht auf den Ersten der beiden aufgestellten Sätze muß ich an das in der Einleitung zu unserer heutigen Unterhaltung Mitgetheilte erinnern, daß nämlich die Vermehrung der Gesammtgewichtsmenge der näheren Bestandtheile einer Pflanze, also die Größe der ganzen Pflanze, aller Wahrscheinlichkeit nach eine gewisse Grenze habe, und daß schon um deßwillen die Vermehrung der einer Pflanze zugehörigen Bodenbestandtheile von einer nur begrenzten Wirkung sein könne. Es hängt daher die Vermehrung der Größe einer Pflanze nur bis zu einem gewissen Grade von der Vermehrung der Bodenbestandtheile ab. Allein wir kennen diesen Grad noch nicht, er wird blos empirisch zu finden sein;*) und so lange er in solcher Weise noch nicht gefunden ist, ist es erlaubt, ihn als einen unbegrenzten zu betrachten. Und was den Anderen der beiden aufgestellten Sätze anlangt, daß nämlich die Qualität einer Pflanze d. h. die relative Menge der eine Pflanze zusammensetzenden näheren organischen Bestandtheile künstlich geändert werden könne,

*) Beachtenswerthe Winke zur Ermittelung dieses Grades dürfte übrigens unter Anderem auch die Erfahrung abgeben, daß die Stoffaufnahme der Pflanze (durch Endosmose und Exosmose) wesentlich gestört und sogar völlig unmöglich gemacht wird, wenn die von der Pflanze aufzunehmenden Salzlösungen zu konzentrirt sind, wahrscheinlich weil unter solchen Umständen gewisse chemische Einwirkungen auf die Bestandtheile der Wandungen der stoffaufnehmenden Pflanzenzellen stattfinden, wodurch diese Zellen in Ausübung ihrer normalen Funktionen gehindert werden.

Digitized by Google

nach Maßgabe der nöthigenfalls künstlich hervorzurufenden Veränderung der relativen Menge der Bodenbestandtheile, so ist ganz gewiß auch eine solche Veränderung nur innerhalb gewisser Grenzen möglich; und obschon wir auch in Betreff dieser Angelegenheit noch nichts mit Bestimmtheit wissen, so liegen denn doch hierauf bezüglich eine Anzahl Erfahrungen vor, welche uns eine annähernde Kenntniß dieser Grenzen, wenigstens bei Einigen unserer Kulturpflanzen, bereits verschafft haben. In diesem Umstande liegt aber zugleich der Grund, weßhalb ich bei früherer Gelegenheit (z. B. Seite 188 ff.), ohne eine Inkonsequenz zu begehen, behaupten durfte, daß das relative Verhältniß der bei der Einäscherung gefundenen Aschenbestandtheile (und somit natürlich auch der näheren organischen Bestandtheile) bei Pflanzen einer und derselben Art nahezu dasselbe bleibe, obschon die Pflanzen unter verschiedenen Umständen, also z. B. auf verschiedenem Boden gewachsen seien. Ich sagte damals mit gutem Bedachte, dieses Verhältniß bleibe „nahezu" dasselbe, und ich denke durch dieses „nahezu" die Möglichkeit angebahnt zu haben, daß ich jetzt auf die Veränderungen in der Qualität einer Pflanze hinweisen kann, ohne von dem Einflusse absehen zu müssen, welcher einer Veränderung in der relativen Menge der aufgenommenen Aschenbestandtheile hierbei jedenfalls zukommt. —

Meine Herren! Setzen Sie jetzt einmal den Fall, daß das relative Verhältniß der näheren organischen Bestandtheile von Pflanzen einer und derselben Art nur innerhalb gewisser Grenzen schwanken könne, wenn anders der normale d. h. der gesunde Zustand der Pflanze aufrecht erhalten werden soll, so folgt daraus unabweislich, daß eine jede Ueberschreitung dieser Grenze nach der einen oder anderen Richtung die Pflanze in einen abnormen d. h. kranken Zustand nothwendig versetzen muß; und wir würden dem zu Folge unter „Krankheit einer Pflanze" denjenigen Zustand zu verstehen haben, in welchem das

Digitized by Google

normale Verhältniß der einzelnen näheren organischen Bestandtheile gestört ist. Alle übrigen Erscheinungen dagegen, die man sonst im gewöhnlichen Leben mit dem Namen „Krankheit einer Pflanze" bezeichnet, wären nach der soeben aufgestellten Definition von Krankheit nichts weiter, als Folgezustände. — Ich werde die vorstehende Behauptung durch das Beispiel der sogenannten Kartoffelfäule, sowie des Weizenbrandes zu erläutern und zu befestigen suchen.

Was zunächst die „Kartoffelfäule"*) anlangt, so erkenne ich das Wesen dieser Krankheit in einer zu reichlichen Bildung stickstoffhaltiger näherer Pflanzenbestandtheile auf der einen, und in einer zu sparsamen Bildung stickstofffreier näherer Pflanzenbestandtheile auf der anderen Seite. Dies ist, um einen alten medizinischen Ausdruck zu brauchen, die causa praedisponens der Krankheit, die freilich nur mittels der chemischen Wage erkannt werden kann; und um diesen anomalen d. h. in der That schon krankhaften Zustand der Kartoffeln in Den der sichtbaren, greifbaren und riechbaren Kartoffelkrankheit (von den Leuten schlechthin die „eigentliche Krankheit" genannt, eben weil sie mittels der Sinne von einem Jeden direkt wahrgenommen werden kann) überzuführen, bedarf es nur noch eines äußeren Anstoßes, einer sogenannten causa occasionalis (um abermals der ärztlichen Kunstsprache eine nicht unpassende Bezeichnung zu entlehnen). In Folge dieser Gelegenheitsursachen (so mag man füglich causa occasionalis, die übrigens sehr mannigfaltig sein kann, übersetzen), beginnen nun die im Uebermaße vorhandenen stickstoffhaltigen näheren Pflanzenbestandtheile auf die stickstofffreien, also auf das Gummi und dann auf die Substanz

*) Ich habe die besondere Untersuchung dieser Krankheit zum Gegenstande einer kleinen Schrift gemacht, welche Anfangs dieses Jahres unter dem Titel: „Die sogenannte Kartoffelfäule" u. s. w. bei Arnold in Dresden und Leipzig erschien.

Digitized by Google

der Zellenwände, in der Art einzuwirken, daß sie dieselben zersetzen, und dabei natürlich auch selbst zersetzt werden; und in Folge dieses chemischen Vorganges verschwindet endlich unter schließlicher Bildung von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak Alles, mit Ausnahme des Stärkemehles.

Aehnlich mag es sich mit dem sogenannten „Weizenbrande" verhalten. Auch das Wesen dieser Krankheit in einer zu reichlichen Bildung stickstoffhaltiger näherer Pflanzenbestandtheile zu suchen, habe ich gute Gründe; auch hier ist durch Störung des normalen Verhältnisses der einzelnen näheren Bestandtheile des Weizens, und zwar insbesondere des Weizenkornes, ein anomaler, also krankhafter Zustand bereits vorhanden, ehe durch die später einwirkenden Gelegenheitsursachen Dasjenige erzeugt wird, was man schlechthin Krankheit nennt. Denn alle jene Erscheinungen, welche man als den Weizenbrand charakterisirend von guten Beobachtern angegeben findet (von der Zersetzung der näheren organischen Bestandtheile des Samenkornes und der an der äußeren Oberfläche desselben sich bemerkbar machenden übel riechenden ausschwitzenden Flüssigkeit bis zur endlichen Erfüllung des leergewordenen Raumes der Samenhülle durch jene bekannten Staubpilze), sind nichts, als Folgeerscheinungen, in Betreff welcher behauptet werden muß, daß sie trotz der vorhandenen Gelegenheitsursachen dennoch nicht zum Vorscheine gekommen wären, wenn sich die Weizenpflanzen nicht früher schon in einem kranken Zustande befunden hätten.

Dieses der „Kartoffelfäule," sowie dem „Weizenbrande" zum Grunde liegende Mißverhältniß der relativen Menge der einzelnen näheren organischen Bestandtheile beider Pflanzen muß sich aber auch durch das Mißverhältniß der relativen Menge ihrer Aschenbestandtheile verrathen, wie in der That aus dem Nachstehenden ersichtlich ist.

Digitized by Google

Die Asche gesunder und kranker Kartoffeln (und zwar von Kartoffeln einer und derselben Sorte, von einem und demselben Felde, ja theilweise von einem und demselben Stocke) ergab bei der chemischen Untersuchung folgendes Resultat:

Es enthielten 1000 Theile der Asche

	von Wachskartoffeln Nr. 1.		von Speisekartoffeln Nr. 2.	
	gesunde Knollen.	kranke Knollen.	gesunde Knollen.	kranke Knollen.
Alkalien	630,6	575,9	575,5	553,9
Kalk	4,8	8,8	6,7	12,4
Magnesia	37,4	45,4	41,6	63,6
Eisenoxyd	0,8	1,9	1,0	2,2
Chlor	37,5	33,3	30,6	24,5
Schwefelsäure . . .	63,7	50,9	61,8	29,6
Phosphorsäure . . .	124,7	119,0	113,9	82,8

(Das an 1000 Fehlende ist Kohle und Kohlensäure.)

Nehmen wir nun an, die Asche der gesund gebliebenen Kartoffelknollen enthalte die Aschenbestandtheile der Kartoffel in dem normalen Verhältnisse (und zu solcher Annahme ist man doch wohl ganz entschieden durch den Umstand genöthigt, daß diese Kartoffeln, trotz der einwirkenden Gelegenheitsursachen, gesund geblieben sind), und vergleichen damit die Asche der kranken Kartoffelknollen (versteht sich der Asche der kranken Kartoffeln allemal nur mit der Asche gesunder Kartoffeln derselben Sorte, da die Verschiedenheit der Sorten jedesmal auch eine Verschiedenheit der Aschen bemerken läßt), so erkennt man ein offenbares Mißverhältniß zwischen den einzelnen Aschenbestandtheilen; und zwar enthalten die Aschen der kranken Kartoffeln allemal mehr Phosphorsäure und Magnesia, und weniger Alkalien, Schwefelsäure und Chlor, als die Aschen der gesunden

Digitized by Google

Kartoffeln derselben Sorte. Dies zeigen am Augenfälligsten die zwei nachstehenden kleinen Tabellen, deren Erste das Verhältniß der Alkalien zur Magnesia untersucht, während die Zweite über das Verhältniß der Phosphorsäure zur Schwefelsäure und zum Chlor Aufschluß giebt:

1000 Theile der Asche

	hatten nur Alkalien.	hätten Alkalien haben sollen.	hatten Magnesia.	hätten nur Magnesia haben sollen.
kranker Kartoffeln Nr. 1.	575,9	765,0	45,4	34,1
kranker Kartoffeln Nr. 2.	553,9	879,8	63,6	25,6

1000 Theile der Asche

	hatten nur Schwefelsäure und Chlor.	hätten Schwefels. und Chlor haben sollen.	hatten Phosphorsäure.	hätten nur Phosphors. haben sollen.
kranker Kartoffeln Nr. 1.	(33,3 + 50,9) = 84,2 *)	96,5	119,0	99,6
kranker Kartoffeln Nr. 2.	(24,5 + 29,9) = 54,1	67,1	82,8	54,5

Ich bedaure, daß es aus Mangel an passendem Materiale unmöglich war, auch die Asche des Krautes gesunder und kranker Kartoffeln in dieser Weise zu untersuchen, indem sich sehr wahrscheinlich auch hierbei ähnliche Mißverhältnisse herausgestellt haben würden.

Was endlich die Asche gesunder und brandiger Weizenpflanzen anlangt, so habe ich die Resultate der chemischen Un-

*) Aus Gründen, deren weitere Erörterung nicht hierher gehört, habe ich in der Rechnung den Gehalt der Aschen an Schwefelsäure und Chlor zusammenaddirt, und die Summen beider Substanzen mit der Phosphorsäure verglichen.

Digitized by Google

terſuchung gleichfalls tabellariſch zuſammengeſtellt, und zwar enthielten (nach Abzug der Kohlenſäure und der Kohle):

1000 Theile der Aſche

	des Strohes		der Körner	
	von geſundem Weizen	von brandigem Weizen	von geſundem Weizen	von brandigem Weizen
Kali	154,83	150,33	258,10	266,87
Natrum	31,34	55,12	26,81	71,94
Kalk	35,00	23,23	14,89	38,30
Magneſia	Spuren	Spuren	121,78	116,45
Eiſenoxyd (mit Mangan)	3,39	3,19	1,48	0,51
Chlor	0,37	Spuren	Spuren	Spuren
Schwefelſäure . . .	9,44	5,01	0,37	3,10
Phosphorſäure . . .	40,82	103,87	573,14	500,00
Kieſelſäure	724,32	659,22	3,35	2,58

Gehen wir nun auch bei Beurtheilung dieſer Reſultate von dem bereits weiter oben motivirten Grundſatze aus, daß man das bei der Unterſuchung erkannte Verhältniß zwiſchen der relativen Menge der einzelnen Beſtandtheile in der Aſche der geſunden Weizenpflanze als das normale anſehen muß, und vergleichen damit das Verhältniß dieſer Körper in der Aſche der kranken Pflanze, ſo finden wir mit Rückſicht auf das Stroh abermals ſehr deutlich ausgeſprochen, daß hier ein relatives Uebermaß an Phosphorſäure, ſowie ein relativer Mangel an Alkalien und Kieſelſäure vorhanden iſt, wodurch unſere oben ausgeſprochene Vermuthung, daß das Weſen des Weizenbrandes in einem Mißverhältniſſe zwiſchen dem Gehalte an ſtickſtoffhaltigen und ſtickſtofffreien näheren Beſtandtheilen begründet ſei, beſtätigt wird. Denn legen wir das Verhältniß der Alkalien und der Kieſelſäure zur Phosphorſäure (154,83 Kali + 31,34 Natrum + 724,32 Kieſelſäure = 910,49 : 40,82 Phosphor-

Digitized by Google

säure), wie es ja bei der Untersuchung des gesunden Strohes gefunden ward, als Maßstab zum Grunde, so ergiebt sich, daß das kranke Stroh nur 38,76 Gewichtstheile Phosphorsäure hätte haben sollen; es hatte aber 103,87 solcher Gewichtstheile Phosphorsäure, also bedeutend mehr. Oder dreht man die Sache um, und fragt, wie viel Alkalien und Kieselsäure sich im kranken Strohe hätten nachweisen lassen müssen, wenn das Verhältniß dieser Körper zur gefundenen Phosphorsäure sich ebenso verhalten hätte, als in dem gesunden Strohe, so findet man, daß den 103,87 Gewichtstheilen Phosphorsäure jedenfalls 2316,82 Alkalien und Kieselsäure zugehört hätten, während die Untersuchung doch nur 864,67 Gewichtstheile (150,33 Kali + 55,12 Natrum und + 659,22 Kieselsäure), also beinahe um ⅔ weniger, nachzuweisen vermochte.

Völlig unbrauchbar zur Beweisführung Dessen, was ich eben beweisen will, sind jedoch die Resultate der Aschenuntersuchung der brandigen Weizenkörner, indem sich aus ihnen vollkommen entgegengesetzte Schlüsse folgern lassen, da hier ein Ueberwiegen, wenn auch nicht der Kieselsäure, so doch der Alkalien über die Phosphorsäure und Magnesia, oder wenn man es umkehrt, ein Mangel an Phosphorsäure und Magnesia in einem sehr bedeutenden Grade stattfindet, was doch zu Folge unserer oben ausgesprochenen Vermuthung über das Wesen des Weizenbrandes völlig unmöglich ist. Ich werde daher, damit man nicht etwa zu Fehlschlüssen verleitet wird, in aller Kürze angeben müssen, worin die Ursache dieser auf den ersten Anblick geradezu unsinnigen Erscheinung beruhe.

Die Körner des von mir im Laufe des verflossenen Winters untersuchten brandigen Weizens*) befanden sich nämlich in dem

*) Ich verdanke das Material zu dieser Untersuchung der Gefälligkeit des Herrn Oekonomie-Inspektors Zimmermann. Der Weizen, gesunder

Digitized by Google

vollendeten letzten Stadium der Krankheit, d. h. außer der bekannten, dem Strohe ähnlichen Umhüllung des Samenkornes war von den näheren organischen Bestandtheilen des Weizenkornes (Kleber, Stärkemehl u. s. w.) nichts mehr vorhanden, sondern die gesammte innere Höhlung des Samens war mit schwarzbraunen Staubpilzen ausgefüllt, und obschon das Volumen der einzelnen brandigen Weizenkörner, im Vergleiche mit den gesunden, um nichts verändert erschien, so war doch ihr spezifisches Gewicht bedeutend geringer; denn 100 brandige Körner, von gleichem Volumen, wie die gesunden Körner, wogen nur 1,780 Grammen, während 100 gesunde Körner 4,676 Grammen wogen. Zu der in der oben stehenden Tabelle mitgetheilten Aschenuntersuchung wurden aber gleiche absolute Gewichte gesunder und brandiger Körner genommen, und es liegt auf der Hand, daß zur Erfüllung einer bestimmten Gewichtsmenge weit mehr brandige Körner nothwendig waren, als gesunde, da das spezifische Gewicht der ersteren sich zu Dem der letzteren wie 1,780 zu 4,676 verhielt. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse nun stand zu erwarten, daß sich die Gewichtsmenge der nach der Verbrennung zurückbleibenden Aschen nahezu ebenso verhalten würde, was jedoch nicht der der Fall war. Denn während 100 Gewichtstheile gesunder Körner im lufttrockenen Zustande 1,900 Asche gaben, erhielt man von 100 Gewichtstheilen brandiger Körner nur 2,800 Asche, eine Zahl, die mit der Zahl brandiger Körner, welche auf 100 Gewichtstheile der zur Verbrennung verwendeten Substanz gingen, in gar keinem Verhältnisse steht, da sie viel zu klein ist; ich hätte ja beinahe 5,000 Asche erhalten müssen.

---

und brandiger, gehörte einer und derselben Sorte an, und war in einem und demselben Jahre, sowie auf einem und demselben Felde, also unter völlig gleichen Bedingungen (soweit nämlich die Bodenbeschaffenheit eine solche Gleichheit zuläßt) gewachsen.

Digitized by Google

Daraus folgere ich, daß man es bei der Untersuchung der brandigen Weizenkörner auf ihren Aschengehalt gar nicht mehr mit dem ursprünglichen Aschengehalte zu thun habe, vielmehr glaube ich, daß ein nicht unbedeutender Theil derselben bei Gelegenheit einer den früheren Zuständen der Krankheit angehörigen Erscheinung aus dem Samenkorne entfernt worden ist*); und da man ferner nicht wissen kann, ob diese früher bereits verloren gegangene Quantität der Asche sich auf sämmtliche Bestandtheile derselben, oder nur auf einige, also z. B. nur auf einen Theil der Phosphorsäure und der Magnesia, erstreckte, in welchem letzteren Falle das ursprüngliche Verhältniß der relativen Menge der einzelnen Aschenbestandtheile wesentlich verrückt werden mußte, so sehe ich darin hinreichenden Grund zur Erklärung, daß man eben aus den oben mitgetheilten Aschenanalysen der brandigen Körner nichts gegen mich Sprechendes folgern könne.

*) Ein früheres Stadium der Krankheit des Weizenbrandes macht sich nämlich durch das Ausschwitzen einer klebrigen übel riechenden Substanz an der Oberfläche der Samenkörner bemerklich. Diese Substanz, oder besser, die Elemente dieser Substanz befanden sich aber früher im Samenkorne, und so lange nicht nachgewiesen worden ist, daß diese Substanz bei ihrer Verbrennung keine Aschenbestandtheile zurückläßt, hat man Grund zu glauben, daß mit ihr gleichzeitig eine gewisse Menge von Aschenbestandtheilen dem Samen entzogen ward, und es versteht sich von selbst, daß man eben diese Menge bei der späteren Untersuchung der Samenkörner vermissen wird. Sollte nun, wie allerdings aus vielen zunächst chemischen Gründen wahrscheinlich ist, diese ausschwitzende Substanz vorzugsweise den stickstoffhaltigen näheren Bestandtheilen des Weizenkornes angehören, oder doch durch Zersetzung gerade dieser Bestandtheile sich gebildet haben, so würden natürlich mit ihr zumeist Phosphorsäure und Magnesia aus den Samenkörnern entfernt werden, und es würde sich dadurch der bei der späteren Untersuchung der Aschen von brandigen Weizenkörnern herausstellende relative Mangel an gerade diesen Aschenbestandtheilen sehr einfach erklären. 100 Stück gesunder Weizenkörner enthielten übrigens 0,077 Grammen Asche, während 100 Stück brandiger Weizenkörner (im oben beschriebenen Zustande, wo sie aus Nichts, als aus der Hülle und aus den Staubpilzen bestanden) nur 0,053 Grammen Asche enthielten.

Digitized by Google

Doch genug! — Nachdem Ihnen, meine Herren, aus den vorstehenden Beispielen der Kartoffelfäule, sowie des Weizenbrandes eine abermalige hoffentlich sehr klare Einsicht in den Zusammenhang zwischen den näheren organischen Bestandtheilen und den Aschenbestandtheilen einer Pflanze, sowie in die Bedeutung einer Aschenuntersuchung überhaupt erwachsen ist, so lassen Sie uns zu dem eigentlichen Kerne unserer heutigen Unterhaltung, zu meiner Ansicht von dem Wesen der Krankheit einer Pflanze im Allgemeinen, wieder zurückkehren; ich gedenke Ihnen jetzt zu zeigen, von welcher Folgewichtigkeit meine Ansicht, sollte sie sich wirklich bestätigen, auf das Interesse der Agrikultur jedenfalls sein muß.

Ich habe bereits weiter oben „Krankheit einer Pflanze" dahin definirt, daß man darunter denjenigen Zustand einer Pflanze zu verstehen habe, in welchem das normale Verhältniß der einzelnen näheren organischen Bestandtheile der Pflanze gestört ist; alle übrigen Erscheinungen dagegen, welche man im gewöhnlichen Leben mit dem Namen „Krankheit einer Pflanze" bezeichnet, kann ich nur für Folgezustände dieses soeben angedeuteten anomalen, also schon krankhaften Zustandes halten.

Nach dieser Definition von „Krankheit" hat nun freilich die Erkenntniß des Vorhandenseins einer Krankheit überhaupt, sowie der Art der Krankheit ins Besondere ihre großen Schwierigkeiten; und so lange man noch nicht dahin gelangt sein wird, durch gewisse äußerlich sich kundgebende Erscheinungen die Beschaffenheit einer Pflanze (ob nämlich das Verhältniß ihrer näheren organischen Bestandtheile das normale ist oder nicht) sicher zu erkennen, wird eine solche Erkenntniß stets nur Sache des Chemikers vom Fache sein. Allein ich sehe im Geiste bereits die Zeit gekommen, wo man durch sorgfältige Beobachtungen des Entwickelungsganges der verschiedenen Pflanzenkrankheiten ganz allgemein endlich so viel erreicht haben wird,

Digitized by Google

daß sich über die Art und Weise der Erkennung Dessen, was ich bereits Krankheit nenne, feste Regeln werden aufstellen lassen, bei deren Befolgung es selbst jedem Laien möglich sein dürfte, dort klar zu sehen, wo jetzt selbst das Auge des wissenschaftlichen Chemikers und Botanikers (nicht des bloßen Pflanzensammlers, sondern des Pflanzenanatomen und Pflanzenphysiologen) nur wie durch einen Nebel sieht. Dieses Ziel wird aber nach meiner Ueberzeugung um so eher erreicht werden, je mehr man sich von der Ansicht frei macht, daß das Wesen der verschiedenen Pflanzenkrankheiten in den höchst mannigfaltigen Folgeerscheinungen (etwa in Pilzen und dergleichen) begründet sei, und je mehr man sich von der Thatsache überzeugt hat, daß diese Folgeerscheinungen trotz aller äußeren Veranlassungen dazu sich gar nicht gezeigt haben würden, wenn nicht diese äußeren Veranlassungen (große Nässe, Frost, greller Witterungswechsel u. s. w.) einen anomalen Zustand der Pflanzen bereits vorgefunden hätten. Namentlich sind alle zu solchen Arbeiten überhaupt befähigte Naturforscher dringend aufzufordern, keine Gelegenheit unbenutzt zu lassen, wo es möglich ist, kranke und gesunde Pflanzen derselben Art auf die Quantität und Qualität ihres Aschengehaltes zu untersuchen und mit einander zu vergleichen, und ebenso nothwendig scheint es mir, auch Aschenuntersuchungen der wildwachsenden Arten unserer Kulturpflanzen in möglichst großer Zahl zu unternehmen, damit endlich dasjenige Verhältniß der relativen Menge der einzelnen näheren organischen, sowie Aschenbestandtheile erkannt werde, welches man als das normale zu bezeichnen hat, und damit man endlich darüber einen Aufschluß erhält, inwieweit Ueberschreitungen dieses Verhältnisses nach der einen oder der anderen Seite hin für die Zwecke der Kultur zulässig sind, ohne geradezu Gefahr zu laufen, daß bei der geringsten äußeren Veranlassung sogleich derjenige Zustand zum Vorscheine kommt, welchen alle Welt bisher „Krankheit einer Pflanze" nannte.

Digitized by Google

Nur indem man diese Gesichtspunkte bei der Beurtheilung einer Pflanzenkrankheit festhält, scheint mir zugleich die Möglichkeit gegeben, rationelle Mittel aufzufinden, welche im Stande sind, eine vorhandene Krankheit zu heben und ihre Fortschritte aufzuhalten, oder gar die Entstehung der Krankheit überhaupt in Zukunft zu verhüten.

Denn wenn einmal erkannt würde, daß in irgend einer Pflanze das oft schon erwähnte Mißverhältniß der einzelnen näheren organischen Bestandtheile zugegen ist (gleichgiltig, ob diese Erkenntniß direkt durch chemische Bestimmung der relativen Menge dieser organischen Bestandtheile, oder indirekt durch die Aschenuntersuchung gewonnen ward), und wenn namentlich ermittelt würde, welcher dieser Bestandtheile der relativ fehlende oder im relativen Uebermaße vorhandene ist, so bieten sich die Mittel zur Hebung, sowie zur Verhütung der Krankheit von selbst dar.

Es ist in dem Früheren gezeigt worden, daß die Bildung der näheren organischen Bestandtheile an das Vorhandensein gewisser Bestandtheile des Bodens, worauf die Pflanze wächst, geknüpft ist, und es liegt auf der Hand, daß man die Bildung eines Einzelnen oder Mehrer dieser organischen Bestandtheile in einer reichlicheren oder verminderten Menge bis auf einen gewissen Grad in seiner Hand habe, je nachdem man den einen oder den anderen zur Pflanzennahrung dienenden Bodenbestandtheil in reicherem oder in vermindertem Maße bei der Düngung zuführt. Davon wird nun die geeignetste Anwendung gemacht werden können, wenn es sich darum handelt, eine bereits vorhandene und ihrem Wesen nach richtig erkannte Krankheit einer Kulturpflanze zu beseitigen, oder wenn die Aufgabe gestellt ist, das Aufkommen einer gewissen Krankheit überhaupt zu verhüten. So wird man, vorausgesetzt es sei das Wesen der sogenannten Kartoffelfäule in einer zu reichlichen Bildung stickstoffhaltiger

Digitized by Google

und in einer zu sparsamen Bildung stickstofffreier näherer organischer Bestandtheile richtig erkannt worden, das Aufkommen dieser Krankheit bei späteren Ernten sicher zu verhindern vermögen, wenn man bei der Düngung zu Kartoffeln beachtet, daß in dem angewendeten Dünger kein relatives Uebermaß an Phosphorsäure u. s. w. (woran die übermäßige Bildung von stickstoffhaltigen näheren Bestandtheilen geknüpft wäre) zugegen ist; und ebenso würde es sich mit Rücksicht auf Verhütung des Weizenbrandes verhalten, vorausgesetzt daß das Wesen auch dieser Krankheit in einem ähnlichen Mißverhältnisse der stickstoffhaltigen und stickstofffreien näheren organischen Bestandtheile richtig erkannt worden sei. Ja selbst in jenen Fällen, wo bereits die Krankheit („Krankheit" in unserem Sinne) vorhanden ist, wird man möglicher Weise bei einjährigen und zweijährigen Pflanzen durch passende Nachdüngung (bei mehrjährigen Pflanzen, z. B. bei Bäumen, durch Düngung oder Versetzung in anderen Boden) zu bewirken im Stande sein, daß das normale Verhältniß der organischen Bestandtheile rascher oder langsamer wieder hergestellt, und dadurch „Gesundheit" der Pflanzen wieder herbeigeführt wird; obschon es in allen jenen Fällen, wo bereits durch Einwirkung gewisser äußerer Veranlassungen auf solche anomal beschaffene Pflanzen chemische Zersetzungen und Entmischungen der organischen Bestandtheile stattgefunden haben, völlig unmöglich ist, die Gesundheit wieder herzustellen, und man sich nur damit begnügen muß, durch passende Mittel die Fortschritte dieser Folgeerscheinungen („Krankheit" im gewöhnlichen Sinne) möglichst zu verlangsamen.

Doch ich muß zum Schlusse unserer heutigen Unterhaltung eilen; und obgleich ich noch vieles auf den fraglichen Gegenstand Bezügliche auf dem Herzen habe, so unterdrücke ich doch alles Andere bis auf eine gelegenere Zeit, nur einen einzigen Punkt noch hervorhebend, nämlich das völlig Unpassende der bisherigen Düngung.

Digitized by Google

Zwar ist dieser Gegenstand bei unseren Unterhaltungen schon vielfach nach sehr verschiedenen Richtungen hin besprochen worden, allein er ist zu wichtig und für die Praxis zu folgereich, als daß ich schließlich nicht noch der Beziehungen gedenken sollte, welche zwischen der bisherigen Düngung und zwischen den bisher beobachteten Krankheiten unserer Kulturpflanzen stattfinden.

Wenn man den Zweck einer jeden rationellen Pflanzenkultur hinreichend scharf, wie ich glaube, dahin feststellen kann, daß man sagt, durch die Kultur werde auf einem möglichst kleinen Raume (Feldoberfläche) die Produktion irgend einer Pflanzensubstanz in möglichst großer Masse und in möglichst guter Qualität (mit besonderer Rücksicht auf den Widerstand, den sie äußeren schädlich einwirkenden Ursachen entgegenstellt) beabsichtigt*); und wenn man ferner das Hauptmittel, dessen man sich zur Erreichung dieses Zweckes bisher bediente, den vegetabilisch-animalischen Dünger (Stallmist), schärfer ins Auge faßt; so läßt sich nicht verkennen, daß von Seiten einer solchen Kultur Forderungen gestellt werden, denen der Stallmist nur zum Theile genügen kann.

Die rationelle Kultur, indem sie auf kleinem Raume möglichst viel produziren will, verlangt Herbeischaffung der Aschenbestandtheile der Pflanzen in größerer Menge, als solche bereits im Boden vorhanden sind, und es wird durch Düngung mit Stallmist (vorausgesetzt daß man ihn in gehöriger Menge anwendet) diesem Verlangen jedenfalls entsprochen; allein insofern diese Kultur es sich gleichzeitig zur Aufgabe macht, Pflanzen von

---

*) Die bisherige Kultur, die ich, zum Gegensatze der rationellen, die empirische Kultur nennen möchte, ging zunächst höchst einseitig darauf hin, möglichst viel zu produziren, und es mußte mehr oder weniger dem Zufalle überlassen bleiben, von welcher Qualität das Produzirte war. Das Studium der Krankheiten unserer Kulturpflanzen, in der von mir gezeigten Richtung, wird wesentlich dazu beitragen, der rationellen Kultur einen baldigen Eingang in die landwirthschaftliche Praxis zu verschaffen.

Digitized by Google

möglichst guter Qualität (in dem oben angedeuteten Sinne) hervorzubringen, so verlangt sie, daß die durch die Düngung in größerer Menge herbeizuschaffenden Aschenbestandtheile in wo möglich solchen relativen Mengeverhältnissen herzugeführt werden, als wir sie bei den chemischen Untersuchungen der Aschen der verschiedenen Pflanzen kennen gelernt haben, was aber bei der Düngung mit vegetabilisch-animalischem Dünger niemals der Fall ist.

Zudem stimmen die erfahrensten Landwirthe darin überein, daß die verschiedenen Kulturpflanzen allemal dann am Besten gedeihen, und (abgesehen daß auch dabei die quantitativ sowie qualitativ besten Ernten erlangt werden) am Wenigsten dem Erkranken ausgesetzt sind, wenn sie nicht in frischer Düngung stehen, sondern wenn ihnen eine, wie man sich ausdrückt, „gute Vorfrucht" bereits vorangegangen ist*), und die Theorie, wie ich sie

*) So habe ich z. B. mit Rücksicht auf die „Kartoffelfäule" in meiner bereits früher zitirten Schrift mehrfache hierher gehörige Belege angeführt, und ich kann mich nicht enthalten, Ihnen Einen derselben mit den eigenen Worten des Berichterstatters mitzutheilen:

„Die kranken Kartoffeln" (so heißt es) „finden sich auf allen Feldern, nur auf 1¼ Acker meines eigenen Feldes gar nicht. Ueberhaupt ist die Ernte auf diesem Stücke ausgezeichnet, wie beifolgende Proben lehren werden. Ich kann diese seltene Ausnahme nur dem Umstande zuschreiben, daß ich die Kartoffeln stets auf ungedüngtes Feld, so auch in diesem Jahre zu bringen pflege, weil mich die Erfahrung gelehrt, daß die Kartoffeln in unserem fetten Boden, in Feldern, welche noch dazu erst eine Halmfrucht getragen, nicht allein besser gedeihen, sondern auch den verschiedenen Krankheiten weniger oder gar nicht ausgesetzt sind. Einen schlagenden Beweis liefert das gegenwärtige Jahr (1845); auf allen Feldern kranke, nur auf meinem ungedüngten Felde nicht. Nachdem ich zehn Jahre vergeblich den Bauern zugeredet, meiner Ansicht zu huldigen, scheint mit einem Male die gegenwärtige Krankheit der Kartoffeln mich kräftiger als zehnjähriges Predigen in dieser Beziehung unterstützen zu wollen, denn meine Kartoffelernte hat wirklich Aufsehen erregt."

Und ebenso mögen Sie mir erlauben, daß ich Ihnen die Aussage eines praktischen Landwirthes (des verdienten Prof. Schweitzer) in Betreff des „Brandes im Weizen" vorlege. „Dafür" (so liest man in einem Briefe an mich) „daß frische Mistdüngung der Entstehung des Brandes günstig sei,

Digitized by Google

Ihnen vorlegte, erkennt die Ursache dieser Erscheinung auf eine völlig unzweideutige Weise. Der in frischer (vegetabilisch-animalischer) Düngung stehenden Pflanze werden, wenn nicht die ursprüngliche Bodenbeschaffenheit für den speziellen Fall ganz geeignet ist, die Aschenbestandtheile niemals in demjenigen Verhältnisse geboten, welches sie ihrer Natur nach verlangt, und nur erst bei Fruchtwechsel kann es kommen, (obschon es auch hier sehr dem Zufalle überlassen bleibt), daß eine Pflanze in zweiter oder dritter Fruchtfolge das ihr von Seiten des Bodens Nöthige in angemessenen Verhältnissen, d. h. in der dieser Pflanze zukommenden relativen Menge, im Boden vorfindet. Den in frischer (vegetabilisch-animalischer) Düngung stehenden Pflanzen jeder Art werden daher durch diese Düngung die Aschenbestandtheile jedesmal in einem mehr oder minder großen Mißverhältnisse aufgedrungen, und wenn eine solche Pflanze unter den angegebenen

---

glaube ich mehrere sprechende Beweise zu haben. Nach einer gedüngten Vorfrucht sah ich niemals Brand, nach einer gedüngten Brache, wo aber der Mist wenigstens dreimal durcharbeitet und ¼ Jahr vor der Saat aufgebracht war, kam dann und wann, selbst bei der größten Vorsicht, eine brandige Aehre vor, aber gleich mehrere, wenn der Mist mit den Saatfurchen war untergebracht worden, nur dann nicht, wenn Kleestoppeln damit zugleich eingepflügt wurden. Zuerst wurde ich darauf aufmerksam, als ich einmal ein ziemlich großes Stück mit Weizen bestellen ließ, das zum größten Theile mit Klee nach Kartoffeln bestanden war. Nur um diesem Stücke, der Hälfte eines größeren Feldes, eine bestimmte Größe zu geben, wurden einige Beete, welche Erbsen getragen, mit dazu genommen; diese mußten, weil die Erbsen keinen Dünger erhalten, zu Weizen unmittelbar vor der Saat gedüngt werden, während das Kleeland keinen Dünger erhielt. Im nächsten Jahre stand der Weizen durchgängig schön, nach Klee jedoch kräftiger, als nach Erbsen, und mit der Furche, wo das Erbsenland begonnen (wo also frisch gedüngt war), zeigten sich auch Brandähren, die meisten, die ich jemals gehabt, so daß ich mich entschließen mußte, die wenigen Beete auf diesem Erbsenboden für sich allein zu ernten. Auf dem Kleeboden war nicht eine zu sehen, die Saat war aber an einem Tage und von gleichem Korne geschehen. Ich verfolgte nun diesen Gegenstand alljährlich, und fand meine frühere Beobachtung jederzeit bestätigt."

Digitized by Google

Umständen dennoch gut gedeiht, und namentlich, wenn sie nicht krank wird („Krankheit" im gewöhnlichen Sinne des Wortes), so folgt daraus nur, daß entweder durch die im Boden vor der Düngung bereits vorhandenen Aschenbestandtheile dieses Mißverhältniß wieder ausgeglichen ward, oder daß während der ganzen Vegetationszeit keine schädlichen äußeren Einflüsse einwirkten, wodurch dieser Pflanze jener äußere Anschein von Gesundheit erhalten wurde, den sie unter anderen Umständen, „in einem schlechten Jahrgange", sicherlich verloren hätte.

Wenn Sie nun, meine Herren, dieses Alles bedenken wollen, so sehen Sie sich abermals, vielleicht ganz gegen Ihren Willen, auf die große Wichtigkeit hingewiesen, welche die künstlichen nach Liebig's Prinzipien dargestellten Düngungsmittel für die landwirthschaftliche Praxis in Zukunft haben werden. Denn insofern nur diese Düngungsmittel das für die verschiedenen Kulturpflanzen von Seiten des Bodens Nöthige in den erforderlichen relativen Mengen enthalten, so läßt sich auch nur in Betreff ihrer mit Sicherheit voraussetzen, daß durch ihre Anwendung dem ersten Zwecke jeder rationellen Kultur (Produktion von Pflanzensubstanz in möglichst großer Masse auf möglichst kleinem Raume) genügend entsprochen werden kann, ohne daß man Gefahr läuft, jenen zweiten oben gedachten Zweck (Produktion von Pflanzensubstanz in möglichst guter d. h. gesunder Qualität) zu vereiteln. Es vereinigten sonach die Liebig'schen Düngungsmittel mit den bereits früher angegebenen Vortheilen noch den gewiß ebenfalls sehr zu beachtenden, daß man von ihnen den sichersten Schutz gegen die mancherlei Krankheiten unserer Kulturpflanzen zu erwarten hätte.

Digitized by Google

Dreiundzwanzigste Vorlesung.

Schlußvorlesung.

Wir stehen heute am Ende unserer Unterhaltungen, und ich ersuchte Sie, mit mir noch einmal zusammenzukommen, um einen letzten prüfenden Blick auf das bisher Vorgebrachte zu werfen, weil dadurch die Erkenntniß Dessen, was wir bei unseren Untersuchungen gewonnen haben, zur möglichsten Klarheit gebracht wird.

Ohne Sie nun mit einer vollständigen Aufzählung der erörterten Gegenstände zu langweilen, ziehe ich es vor, Sie nur ganz im Allgemeinen daran zu erinnern, daß wir gemeinschaftlich der Ansicht waren, daß man die Bedürfnisse der Pflanzen im Allgemeinen und der Kulturpflanzen ins Besondere genau kennen müsse, wenn man in verständiger Weise der Ausübung der Agrikultur obliegen wolle. Daher haben wir uns denn bemüht, das Materielle dieser Bedürfnisse, mit dem allein die Agrikulturchemie es zu thun hatte, nach allen Richtungen hin zu untersuchen, und kamen dabei zu dem Endresultate, daß, der bisherigen Annahme entgegen, nicht der Humus ein solches Bedürfniß für das Pflanzenleben abgebe (mochte er nun vegetabilischer oder

Digitized by Google

animalischer Abkunft sein), sondern daß die Bestandtheile der atmosphärischen Luft und eine gewisse Anzahl fester, aber im Wasser löslicher Körper völlig ausreichten, um den materiellen Bedürfnissen der Pflanzen zu genügen, d. h. ihnen hinreichende Nahrung zu bieten.

Diese Nahrungsmittel der Pflanzen anlangend, die sie der atmosphärischen Luft entnehmen, so waren dieselben, da atmosphärische Luft in stets sich erneuernder Menge die Pflanzen umgiebt, natürlich mit dieser Luft ebenfalls stets und überall in der Pflanzenumgebung vorhanden, und es konnte weder in der Theorie, noch in der praktischen Erfahrung ein Grund aufgefunden werden, anzunehmen, die in der Luft vorhandenen Quantitäten dieser Nahrungsmittel seien für das Gedeihen selbst der Kulturpflanzen nicht ausreichend. Wir glaubten uns daher zu dem Ausspruche berechtigt, daß es nicht zu den Aufgaben der Kultur gehöre, für Herbeischaffung dieser Dinge Sorge zu tragen, da es uns bedünken will, als seien derartige Bemühungen jenen vergleichbar, denen zu Folge man ein volles Glas Wasser durch noch weiteres Aufgießen von Wasser noch voller zu machen sucht. Anders freilich verhält es sich mit jenen festen, im Wasser mehr oder weniger löslichen Nahrungsmitteln, die mit Bezug auf die allgemeine Nothwendigkeit des Bodens für Landpflanzen mit dem Namen der Bodenbestandtheile, oder, weil sie bei der Verbrennung der Pflanzen als Asche zurückbleiben, mit dem Namen der Aschenbestandtheile bezeichnet wurden. Sie können sich (wenn es nicht die Ernährung der Seepflanzen betrifft, wo dann auch von ihnen das von den atmosphärischen Nahrungsmitteln Gesagte gilt) nicht immer wieder in neuen Quantitäten in der Pflanzenumgebung anhäufen, in Betreff ihrer muß daher über kurz oder lang eine Zeit kommen, wo es der Pflanzenumgebung (dem Boden bei Landpflanzen) daran fehlt, und hier hat die Kultur freien Spielraum, indem es in ihrer Hand liegt,

Digitized by Google

die Pflanzen darben zu lassen, oder sie reichlich zu nähren (Düngung).

Wir erkannten aber ferner, daß die Ansprüche der verschiedenen Kulturpflanzen an den Boden verschiedene waren, und wiesen darauf hin, wie nur unter Berücksichtigung dieser Verschiedenheit eine rationelle Düngung möglich sei. Dieser Gegenstand ist gerade in unseren letzten Unterhaltungen so vielfach zur Sprache gebracht worden, daß ich es nicht wage, hier noch einmal darauf zurückzukommen.

Ueberhaupt hat sich wohl einem Jeden der Herren die Ueberzeugung aufgedrängt, daß die Aschenbestandtheile der Pflanzen von größter Wichtigkeit sind, und daß sie in Begriff stehen, in der zukünftigen Theorie des Ackerbaues dieselbe Rolle zu spielen, als in der bisherigen der Humus. Diese Ueberzeugung kann zwar in der nächsten Zeit noch keine gänzliche Umgestaltung der Düngungsmethode (offenbar das Wesentlichste bei dem jetzigen Ackerbaue, wenigstens in chemischer Beziehung) herbeizuführen im Stande sein, da man vorläufig noch immer den vegetabilischen, sowie animalischen Humus bei der Düngung verwenden wird; allein sie wird den großen Nutzen gewähren, daß dem denkenden Oekonomen in Zukunft nicht so die Hände gebunden sind, als wie jetzt, wo er bei der Bestellung seiner Felder von der Menge des vorhandenen vegetabilischen und animalischen Düngers abhängig ist (indem man nur mit solchen Materien erfolgreich düngen zu können vermeint), und daher die Düngung des Bodens unterläßt, wenn er an vegetabilischem oder animalischem Dünger Mangel leidet. Denn hat der Oekonom eingesehen, daß er der Pflanze, indem er Dünger auf das Feld schafft, nur die ihr nöthigen Salze verabreicht, und ist er zu dem Erkenntnisse gekommen, daß es völlig gleichgiltig ist, ob man die dem Boden fehlenden Salze in der Form von Mist oder als fabrikmäßig dargestelltes chemisches Präparat herzu-

Digitized by Google

schafft, so ist ihm offenbar eine Freiheit seines Handelns erlaubt, von welcher er bis jetzt keine Ahnung hatte. Ist es ja doch schon jetzt vorgekommen, daß ein intelligenter Oekonom sein Stroh, anstatt es verfaulen und in Form von Mist auf seine Felder schaffen zu lassen, für guten Preis verkaufte, indem er sich, und zwar mit Nutzen für seine Kasse, bemühte, die mit diesem Strohe seinem Boden entzogenen Aschenbestandtheile anders woher zu nehmen. Allein bald wird die Zeit kommen, wo auch der weniger intelligente, am alten Brauche hängende Landwirth durch die Nothwendigkeit gezwungen ist, mit chemischen Präparaten anstatt mit thierischen Substanzen zu düngen. Sobald es nämlich der Chemie gelingt, nur irgendwie eine bessere Verwendung von dem Kohlen- und Stickstoffgehalte der jetzt als nur zur Düngung brauchbar erachteten organischen Substanzen aufzufinden, so wird alsbald aller vegetabilischer und animalischer Dünger, anstatt auf das Feld, in das technisch-chemische Laboratorium wandern. Hier in diesen Laboratorien wird man kohlen- und stickstoffhaltige werthvolle Präparate darstellen, und nur aus den Händen der Chemiker werden die Aschenbestandtheile der verbrauchten organischen Substanzen als „künstliche Düngungsmittel" in die Hände des Oekonomen zurückgelangen.

Der Oekonom wird endlich finden, daß er sein Kapital höher verwerthen kann, und Dies, meine Herren, Ihnen zur recht lebendigen Anschauung zu bringen, war die Absicht, die mich bei unseren Abendunterhaltungen, die mit heute geschlossen sind, leitete. Denn haben Sie einmal eingesehen, daß die jüngsten Bestrebungen der Chemie, einen Einfluß auf die Agrikultur zu gewinnen, nicht blos rein theoretischer Natur sind, so wird hoffentlich Ihre Lust, sich jetzt noch spezieller darum zu kümmern, durch die Aussicht auf pekuniären dadurch zu erlangenden Gewinn nicht gemindert werden. Lassen Sie sich dabei durch die

Digitized by Google

aprioristische Behauptung, daß bei der von Seiten der Agrikulturchemie in Aussicht gestellten und sogar geforderten Umänderung der bisherigen Düngung ein anderes landwirthschaftliches Gewerbe, die Viehzucht, wesentlichen Abbruch erleiden müsse, und daß eine solche Umänderung um deßwillen nicht einmal wünschenswerth sei*), nicht schrecken. Derartige Klagen und im voraus aufgestellte Befürchtungen haben sich noch jedesmal von Seiten der konservativen Partei erhoben, wenn irgend eine Neuerung in dem Altherkömmlichen in Aussicht gestellt wurde, und noch jedesmal hat die spätere Erfahrung gelehrt, daß solche Befürchtungen wenigstens zum Theile überflüssig waren, indem sich später Alles wieder ordnete und, wenn auch nicht in das alte Gleis, so doch wieder in ein Gleis kam, in welchem vorwärts gefahren werden konnte, und zwar schneller und bequemer denn je.

Ich spreche nochmals den Wunsch aus, es möge mir gelungen sein, Ihnen eine Anregung zur rationelleren Betreibung der Agrikultur, was nur unter Beachtung der Agrikulturchemie mög-

---

*) In einer Kritik der ersten Auflage meines Buches (Bericht über Dr. A. Petzholdt's „Populäre Vorlesungen über Agrikulturchemie u. s. w." von Dr. E. Segnitz, in dem Literaturblatte zur allgemeinen Zeitung für die deutschen Land- und Forstwirthe von Moritz Beyer. 1845. Nr. 5) heißt es Seite 19: „Ich kann mir auf der anderen Seite nicht denken, wie, wenn chemische Präparate die bisher üblichen Düngungsmittel je gänzlich verdrängen sollten, wie, sage ich, dies ausführbar sei, ohne einem anderen wichtigen Zweige des landwirthschaftlichen Gewerbes, ich meine die Viehzucht, wesentlichen Abbruch zu thun. Bei der von Jahr zu Jahr dichter werdenden Bevölkerung wird diese ohnehin immer mehr auf Pflanzennahrung hingewiesen — es ist ja bekannt, daß dieselbe Fläche eine bedeutend größere Menschenmenge mit vegetabilischen Nahrungsmitteln als mit thierischen Erzeugnissen versorgen kann — Sollte aber das von dem Verfasser angedeutete Verfahren je allgemeinen Eingang finden, so fürchte ich, daß diese animalische Produktion einen Preis erhalte, der sie für den ärmeren, also größeren Theil der Bevölkerung ganz unerschwinglich machen würde, und in dieser Beziehung halte ich die Erfüllung obiger Prophezeiung (den Strohverkauf u. s. w.) in ihrem ganzen Umfange nicht einmal für wünschenswerth."

Digitized by Google

lich ist, gegeben zu haben, und sollten Sie bei dem Studium der Schriften Liebig's so wie anderer Männer finden, daß Ihnen jetzt das Verständniß derselben in etwas erleichtert ist, so darf ich mich wohl der Hoffnung hingeben, Sie werden sich meiner dabei wohlwollend erinnern. Mir aber wird die Erinnerung an die von Ihrer Seite mir zu Theil gewordene Aufmerksamkeit stets in dankbarem Gedächtnisse bleiben.

Digitized by Google

Register.

Agrikulturchemie ist derjenige Theil der angewandten Chemie, welcher es mit dem Ackerbaue [der Agrikultur] zu thun hat. S. Chemie.

Alkalien und alkalische Erden nennt man diejenigen Basen, welche, im Wasser löslich, einen eigenthümlichen, den sogenannten alkalischen, Geschmack zeigen, und gewisse blaue Pflanzenfarben grün färben. S. 65.

Alkalische Erden. S. Alkalien.

Alkalischer Geschmack. S. Alkalien.

Ammoniak, ein gasförmiger, im Wasser sehr leicht löslicher Körper, ist das Produkt der chemischen Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff. Es besitzt einen eigenthümlichen, höchst durchdringenden Geruch, hat alkalische Eigenschaften, ist ein steter Bestandtheil der atmosphärischen Luft, und bildet sich zunächst bei der Verwesung und Fäulniß stickstoffhaltiger organischer Körper. S. 24 u. f.

Analytische Chemie. S. daselbst.

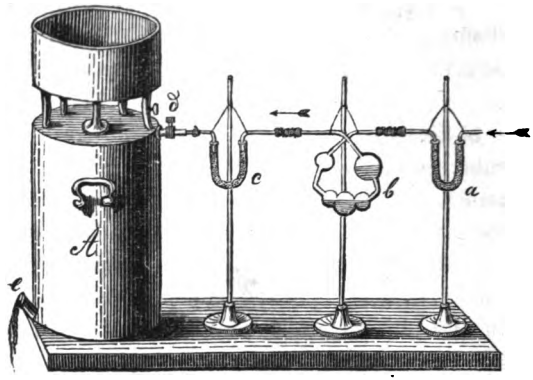
Angewandte Chemie. S. daselbst.

Apparat zur Auffammlung gasförmiger Körper. S. Pneumatische Wanne.

Apparat zur Bestimmung des Gehaltes der atmosphärischen Luft an Kohlensäure und Wassergas. S. 18 u. f. Das Gasometer A ist mit Wasser gefüllt, und steht mittels des geschlossenen Hahnes d mit drei Glasapparaten a, b, c in Verbindung: der erstere a sowohl als dritte c enthalten Chlorcalcium, eine Substanz, welche die Eigenschaft besitzt, der mit ihr in Berührung gebrachten Luft alles Wassergas unter Gewichtszunahme zu entziehen, und in dem zweiten b befindet sich eine Auflösung von Kali, einem Körper, der die Eigen-

Digitized by Google

thümlichkeit an sich hat, gleichfalls unter Gewichtszunahme der mit ihm in Berührung gebrachten Luft alle Kohlensäure wegzunehmen. Nachdem die Apparate a, b, c genau gewogen worden sind, öffnet man den Hahn d, und entfernt zu gleicher Zeit den die Oeffnung e verschliessenden Deckel. Die atmosphärische Luft strömt in den Apparat a, von dort, mit Ueberlassung ihres Wassergases an das Chlorcalcium, nach b, von dort wieder, nach Abgabe ihrer Kohlensäure an das Kali, nach c, und von dort endlich, nachdem daselbst alle die Feuchtigkeit, die ja vielleicht von der durchströmenden Luft aus b wieder aufgenommen worden sein sollte, an das Chlorcalcium wieder abgegeben worden ist, durch den Hahn d in das Gasometer A, und verdrängt das darin befindliche Wasser durch die Oeffnung e. Nach beliebig längerer

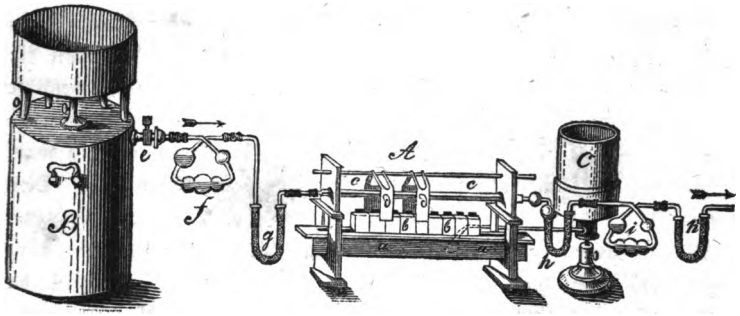


oder kürzerer Zeit schließt man die Oeffnung e und den Hahn d wieder, und sucht theils, mittels Wägens der Apparate a, b, c, die Gewichtszunahme, theils, mittels Messens des aus e abgelaufenen Wassers, die Wasserabnahme im Gasometer A zu bestimmen. Aus der Gewichtszunahme des Apparates a findet man nun das Quantum des in der durchgeströmten Luft enthalten gewesenen Wassergases, aus der Gewichtszunahme der Apparate b und c dagegen das Quantum der Kohlensäure, sowie die dem Wassergase und der Kohlensäure entsprechende Menge Luft aus der Wasserabnahme im Gasometer A.

Apparat zur Untersuchung der atmosphärischen Luft auf ihren Gehalt an Sauerstoff. S. Eudiometer.

Digitized by Google

Apparat zur Verbrennung organischer Körper. S. 129 u. f. Der eigentliche Verbrennungsapparat oder Ofen A hat zur linken Seite ein mit Sauerstoffgas gefülltes Gasometer B und zur rechten ein Gefäß C, welches Weingeist enthält, und die Bestimmung hat, den langen Blechkasten aa mit Weingeist zu versorgen und stets voll zu erhalten.



Oberhalb der im Blechkasten befindlichen Dochte bb, welche sowohl ihrer Zahl nach beliebig vermehrt oder vermindert, als ihrer Stellung nach durch Hin- und Herschieben beliebig verändert werden können, ist, zur Aufnahme der zu verbrennenden Substanz, eine Glasröhre cc auf einer Blechrinne angebracht, und oberhalb der Glasröhre wieder ein starker Eisendraht mit daran aufgehängten Blechdecken dd, welche während des Verbrennungsaktes als Schornsteine dienen. Die links vom Ofen befindlichen Glasapparate, welche die Glasröhre cc mit dem Gasometer verbinden, sind bestimmt, das durch den Gasometerhahn e nach der Glasröhre cc hin ausströmende Sauerstoffgas, das über die zu verbrennende Substanz hinweggeleitet werden soll, theils in f von aller Kohlensäure, die es vielleicht enthalten könnte, frei zu machen, theils in g völlig auszutrocknen. Die rechts befindlichen Glasapparate dagegen haben den Zweck, die Verbrennungsprodukte aus der Glasröhre cc aufzusammeln, und zwar alles Wasser, was sich in Folge der Verbrennung erzeugt hat, in h festzuhalten, sowie alle bei der Verbrennung gebildete Kohlensäure in i und k aufzunehmen. Nachdem man die zu verbrennende Substanz genau gewogen und passend vorgerichtet, in die Glasröhre cc eingebracht, und die Glasapparate h, i, k ebenfalls sorgfältig gewogen hat, beginnt man den Verbrennungsprozeß in der Art, daß man, nach Entzündung der Dochte bb, den

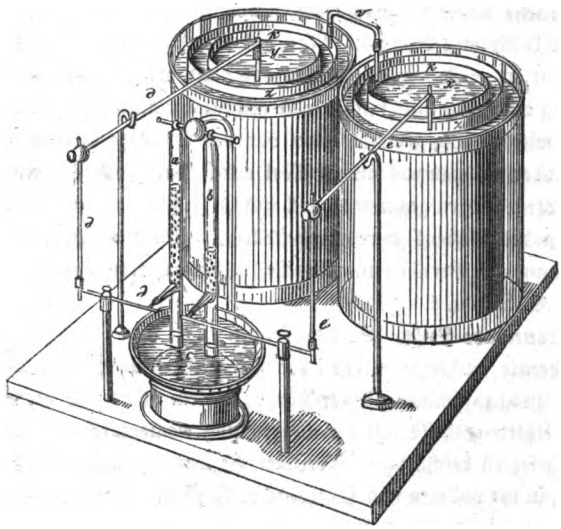
Digitized by Google

Hahn e öffnet, und einen langsamen Strom völlig reinen und trockenen Sauerstoffgases durch den ganzen Apparat f, g, cc, h, i, k fortdauernd durchgehen läßt. Ist die Substanz verbrannt, so wägt man die Apparate h, i, k, und bestimmt aus der Gewichtszunahme von h das Quantum des in der verbrannten Substanz enthalten gewesenen Wasserstoffes, aus der Gewichtszunahme von i und k dagegen das Quantum des Kohlenstoffes. Den Sauerstoff der verbrannten Substanz findet man mittels einfacher Rechnung dadurch, daß man die Gewichtszahlen des Wasserstoff- und Kohlenstoffquantums zunächst addirt, und die Summe von der Gewichtszahl des verbrannten Körpers, wie sie früher vor dem Verbrennungsakte gefunden worden war, subtrahirt: der Rest ist genau die Zahl des Sauerstoffquantums. Dies das Verfahren bei der Verbrennung von Körpern, die aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff bestehen. Enthält der zu verbrennende Körper außer den drei genannten Stoffen auch noch Stickstoff, so ist, da sich dessen Quantum nicht gleichzeitig mit dem Wasserstoffe und Kohlenstoffe ermitteln läßt, mit einer neuen Portion der organischen Substanz ein zweiter Verbrennungsprozeß zu veranstalten, und demzufolge das Quantum des Stickstoffes nachträglich zu bestimmen. Addirt man die Gewichtszahl des bei der zweiten Verbrennung gefundenen Stickstoffquantums zu den Gewichtszahlen des Wasser- und Kohlenstoffquantums, und subtrahirt die Summe von der Gewichtszahl des verbrannten Körpers, so muß man in dem Reste, wenn Alles richtig sein soll, genau die früher schon gefundene Zahl des Sauerstoffquantums wieder erhalten.

Apparat zur Zersetzung des Wassers mittels des galvanischen Stromes. S. 46 u. f. Eine aus zwei Kupfer- kk und zwei Zink- zz Elementen bestehende galvanische Batterie — wie dergleichen bekanntlich zur galvanischen Metallüberziehung gebraucht werden kann, und an vielen Orten, unter anderen auch in meiner Schrift über galvanische Vergoldung, Versilberung, Verkupferung u. s. w. (II. Aufl. Leipz. 1843. 8.) ausführlich beschrieben worden ist — steht mit den beiden Glasröhren a und b, worin der Sauer- und Wasserstoff des zersetzten Wassers sich ansammelt, mittels der Leitungsdrähte dd und ee in Verbindung, und zwar die für den Sauerstoff bestimmte Glasröhre a mittels dd mit dem Kupferpole der Batterie bei y, die zur Auffammlung des Wasserstoffes bestimmte Glasröhre b dagegen mittels des Drah-

Digitized by Google

tes ee mit dem Zinkpole bei x. Das Gefäß c enthält das Sperrwasser für die beiden gleichfalls mit Wasser gefüllten Glasröhren. Wird der Apparat in Thätigkeit gesetzt, so bemerkt man augenblicklich und fortdauernd in der Glasröhre aufsteigende Gasbläschen — in b doppelt so viel als in a, weil das Wasser genau doppelt so viel Wasserstoff als Sauerstoff enthält —, die nach und nach zu einer größeren Menge sich ansammeln, und das in der Glasröhre befindliche Wasser herausdrängen.



Der vorstehende Holzschnitt versinnlicht den Apparat, wie er bereits einige Zeit sich in Thätigkeit befindet.

Asche ist eine Benennung, womit man zunächst zwar nur die bei der Verbrennung organischer Körper übrig bleibenden d. h. unverbrennlichen Substanzen bezeichnet, die aber auch auf die bei der Verwesung organischer Körper zurückbleibenden d. h. nicht flüchtigen unorganischen Bestandtheile ihre Anwendung finden kann. S. 108 u. f.

Atmosphäre, zu Deutsch Dunstkugel, ist der Name eines Gemenges sehr verschiedenartiger Körper, womit man die unsere Erde umgebende Luft bezeichnet. S. 7 u. f.

Basen nennt man Eine der beiden Reihen zusammengesetzter Körper, die, wenn sie im Wasser löslich sind, einen besonderen, den sogenannten alkalischen, Geschmack haben. Man nennt sie wohl auch Salz-

Digitized by Google

basen, und zwar deßhalb so, weil man annimmt, daß sie im Salze die Grundlage d. i. Basis bilden. S. 16. Zur Prüfung der Basen bedient man sich, wenn sie sich im Wasser lösen lassen, gewisser blauer Papiere. S. daselbst.

Blaue Papiere, am Besten die mit dem Farbstoffe der Georginen getränkten, gebraucht man zur Prüfung der im Wasser löslichen Säuren und Salzbasen: die letzteren färben das Papier grün, die ersteren roth.

Brache bezeichnet nach dem gewöhnlichen Begriffe den Ruhezustand des kultivirten Bodens. Man hat aber darunter diejenige Periode der Kultur zu verstehen, wo einmal das Land der fortschreitenden Verwitterung ausgesetzt, und mithin eine gewisse Quantität Alkali und Kieselsäure wieder fähig gemacht wird, von den Pflanzen aufgenommen zu werden, oder wo man das andere Mal durch Ruhe vom Pflügen abwartet, bis der verloren gegangene mechanische Zusammenhang der kleinsten Theilchen des Bodens wiederhergestellt ist. In der ersten Beziehung spricht man von Verwitterungsbrache, in der anderen von mechanischer Brache. S. 203 u. f.

Brennbare Luft. S. Wasserstoff.

Chemie ist derjenige Theil der Naturlehre, welcher sich theils mit der Zerlegung zusammengesetzter Körper in elementare und der Erkenntniß der letzteren, theils mit der Verbindung elementarer Körper zu zusammengesetzten beschäftigt: in ersterer Beziehung spricht man von analytischer, in der anderen von synthetischer Chemie. Sonst theilt man die Chemie auch in rein theoretische und angewandte, und die letztere wieder je nach den verschiedenen Gegenständen, auf welche die Chemie ihre Anwendung findet, in verschiedene Abtheilungen: Eine derselben ist die Agrikulturchemie. S. daselbst.

Chemisch reines Wasser. S. Wasser.

Chlorcalcium. S. Apparat zur Bestimmung des Gehaltes der atmosphärischen Luft an Kohlensäure und Wassergas.

Dampf. S. Gas.

Diffusion der Gase ist diejenige Erscheinung, welcher zufolge gasförmige Körper von dem verschiedensten specifischen Gewichte sich unter allen Umständen höchst gleichförmig mit einander mengen. S. 42 u. f.

Doppelsalz ist das Produkt der chemischen Verbindung zweier einfachen Salze. S. 67 u. f.

Dunst. S. Gas.

Digitized by Google

Dunstkugel. S. Atmosphäre.

Düngungsmittel ist eine solche Substanz, durch welche die einer Kulturpflanze von Seiten des Bodens nöthige Nahrung in gehöriger Menge und in passender Form besorgt wird. S. 257. Eintheilung der Düngungsmittel. S. 258.

Edele Metalle [s. daselbst] sind diejenigen Metalle, welche sich nur schwer mit Sauerstoff verbinden, und deren Sauerstoffverbindung schon durch bloße Erhitzung getrennt werden kann. S. 163 u. f.

Einfache Körper. S. Elemente.

Eisenoxyd. S. Eisenrost.

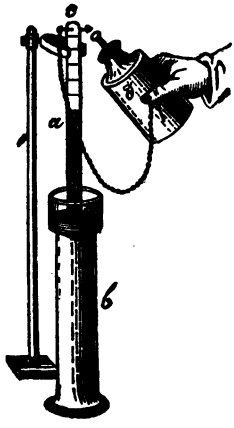
Eisenoxydul. S. Eisenrost.

Eisenrost, wohl auch Rost kurzweg, und Eisenoxyd sind zwei verschiedene Namen eines und desselben Körpers, das Produkt der chemischen Verbindung von Eisen mit Sauerstoff. Das Produkt der Verbindung von Eisen mit weniger Sauerstoff, als im Eisenoxyde vorhanden ist, nennt man Eisenoxydul. S. 55. 77.

Elementare Körper d. h. einfache Körper oder Elemente. S. daselbst.

Elemente nennt der Chemiker alle diejenigen Körper, die er nicht weiter zu zerlegen im Stande ist, und somit als einfache gelten läßt. S. 45 u. f. Er theilt dieselben je nach ihrem Verhalten zur Wärme und Elektrizität in Metalle und Nichtmetalle. S. daselbst.

Eudiometer d. i. Luftgütemesser, ein Apparat zur Untersuchung der atmosphärischen Luft auf ihren Gehalt an Sauerstoff. S. 9 u. f.



Die graduirte Glasröhre a, unten offen, oben aber zugeschmolzen und bei c mit zwei Metalldrähten versehen, enthält, so weit sie nicht mit Quecksilber gefüllt ist, ein Gemenge von Wasserstoff und der zu untersuchenden atmosphärischen Luft. Sie taucht mit ihrem unteren offenen Ende in das gleichfalls mit Quecksilber gefüllte hohe Glasgefäß b, welches bestimmt ist, das Gasgemenge im oberen Theile der Glasröhre abzusperren. Nimmt man die mit Elektrizität geladene Flasche d, eine sogenannte Leydener Flasche, und bringt den Knopf derselben an Einen der beiden Drähte bei c, während man

Digitized by Google

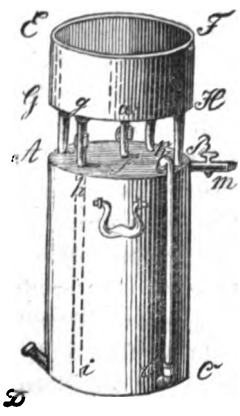
den andern Draht mittels einer Kette mit dem Bauche der Flasche durch den Daumen der Hand in Verbindung setzt, so ist man im Stande, einen elektrischen Funken durch das in der Glasröhre befindliche Gasgemenge durchschlagen zu lassen, und dadurch die Verbrennung des Wasser- und Sauerstoffes zu Wasser zu bewirken. Augenblicklich steigt, in Folge dieser Verbrennung und der dadurch verursachten Raumverminderung des Gasgemenges, das Queckſilber in der Glasröhre in die Höhe, und erlaubt mittels der an der Glasröhre angebrachten Gradeintheilung genau zu bestimmen, wieviel von dem Gasgemenge verschwunden sei. Hiernach findet man durch einfache Rechnung [S. 10 u. f.] das Sauerstoffquantum der atmosphärischen Luft.

Fäulniß ist derjenige Prozeß, durch welchen, unter Ausschluß des atmosphärischen Sauerstoffes, die freiwillige Zersetzung einer organischen Substanz vor sich geht. S. 95 u. f.

Gas ist ein luftförmiger Körper, und unterscheidet sich durch seine Trockenheit und vollkommene Durchsichtigkeit von dem Dunste und Dampfe. Vgl. Diffusion.

Gasbehälter. S. Gasometer.

Gasometer d. i. Gasmesser und, in Rücksicht seiner Verwendung zum Aufbewahren des Gases überhaupt, auch Gasbehälter, ist ein sehr nützlicher Apparat, in welchem man das beste Hilfsmittel besitzt, um nicht nur gasförmige Körper, wie gesagt, aufzubewahren und von einem Orte zum anderen zu schaffen, sondern auch zu beliebigen Versuchen mit Bequemlichkeit zu verwenden. Der Apparat ist aus Blech gefertigt, und besteht aus zwei zylindrischen, durch 5 Röhren mit einander verbundenen Gefäßen, und zwar aus einem größeren von allen Seiten geschlossenen ABCD, und aus einem kleineren, am oberen Theile offenen EFGH. Von den genannten 5 Röhren dienen 3 zu weiter nichts, als zur Unterstützung des oberen Gefäßes, während die beiden übrigen a f und g h — oben und unten offen, doch beide in der Mitte durch Hähne verschließbar — die wirkliche Kommunikation der beiden Gefäße unter einander in der Weise



Digitized by Google

herstellen, daß Eine derselben a f vom Boden des oberen Gefäßes bis zur Decke des unteren, die Andere aber gh gleichfalls vom Boden des oberen bis nahe zum Boden des unteren, bis i, sich erstreckt. Am unteren Gefäße befindet sich, außer der mit einem Hahne versehenen Röhre m und der Oeffnung bei D, welche durch einen schraubbaren Deckel verschlossen werden kann, noch eine Glasröhre k l: dieselbe läuft an der äußeren Wandung des Gefäßes hin, und hat den Zweck, den jedesmaligen Stand der im Gefäße enthaltenen Flüssigkeit genau beobachten zu lassen. Zum Behufe der Füllung des Gasometers verfährt man folgendermaßen. Man denke sich zunächst das Gefäß ABCD voll Wasser und an allen Punkten geschlossen. Man schraubt den Deckel bei D ab, und läßt dort das Gas, womit das Gasometer gefüllt werden soll, in das Gefäß einströmen. Das einströmende Gas verdrängt natürlich das im Gefäße befindliche Wasser, und das Letztere beginnt daher in dem Maße, als das Gas einströmt, aus der Oeffnung bei D abzulaufen, und läuft so lange ab, bis das Gefäß vollständig davon entleert, und statt dessen mit dem Gase gefüllt ist. Hierauf schraubt man den Deckel bei D wieder auf. Soll nun eine Verwendung des Gases, und mithin eine theilweise oder gänzliche Entleerung des Gasometers stattfinden, so füllt man das Gefäß EFGH mit Wasser, und öffnet den Hahn der Röhre ghi. Demzufolge bestrebt sich sogleich das Wasser des oberen Gefäßes in das untere Gefäß hinabzulaufen, kann jedoch so lange, als dem im großen Gefäße befindlichen Gase ein Ausweg nicht geöffnet wird, oder, mit anderen Worten, als das Gas dem sich eindrängenden Wasser nicht Platz macht, jenem Bestreben in keiner Weise Folge leisten. Es kommt daher jetzt darauf an, dem Gase den erforderlichen Ausweg zu öffnen, und es fragt sich dabei nur, auf welche Weise man das entweichende Gas zu benutzen beabsichtigt, um das Gas auf doppeltem Wege entweichen zu lassen. Entweder öffnet man den Hahn m, und läßt dort den Gasstrom, zu verschiedenen Experimenten verwendbar, frei in die Luft entweichen. Oder man öffnet den Hahn der Röhre a f, und läßt das Gas im Wasser des Gefäßes EFGH in Blasenform aufsteigen, um es so in der nämlichen Weise, wie bei der pneumatischen Wanne, mittels einer Glasglocke oder Flasche aufzufangen. Behält man dabei die Glasröhre kl im Auge, so wird man an der darin aufsteigenden Wassersäule genau den Grad der Zunahme des Wassers und somit der Abnahme des Gases im Gefäße ABCD zu bestimmen im Stande sein.

Digitized by Google

Georginen. Die mit dem Farbstoffe derselben getränkten blauen Papiere gebraucht man zur Prüfung der Säuren und Salzbasen. S. blaue Papiere.

Geschmack, alkalischer und sauerer. S. daselbst.

Humin. S. Humus.

Humus, das Produkt der Zersetzung von Pflanzen, ist eine dunkelbraune bis schwarze, lockere, im trockenen Zustande zwischen den Fingern leicht zu zerreibende und im Wasser überhaupt schwer lösliche Substanz, woran nicht selten noch die Struktur der zersetzten Pflanzen oder Pflanzentheile wahrgenommen werden kann. Er besitzt ein außerordentlich großes Vermögen, Feuchtigkeit und andere gasförmige Körper aus der atmosphärischen Luft an sich zu ziehen, wobei in Betreff der Feuchtigkeit zu bemerken ist, daß er bis zu $\frac{3}{4}$ Theilen seines eigenen Gewichtes Wasser aufnehmen kann, ohne dadurch feucht zu werden. Mit stark kaustischen Körpern, also mit den sogenannten Alkalien, behandelt, wird der Humus zum Theile in einen Körper verwandelt, der die Eigenschaft einer Säure (Humussäure) besitzt, und sich mit den Alkalien zu Salzen (humussaueren Salzen) vereinigt. Der übrige Theil des Humus bleibt dabei ungeändert, und führt wohl auch den Namen Humin oder Humuskohle oder Moder. Endlich muß noch erwähnt werden, daß der Humus im Stande ist, den Sauerstoff der umgebenden atmosphärischen Luft in Kohlensäure umzuwandeln, und daß er in Folge des Prozesses der sogenannten Verwesung zuletzt bis auf einige Salze völlig verschwindet. S. 86 u. f.

Humuskohle.
Humussauere Salze.
Humussäure.
} S. Humus.

Kali. S. Apparat zur Bestimmung des Gehaltes der atmosphärischen Luft an Kohlensäure und Wassergas.

Kalipflanzen.
Kalkpflanzen.
Kieselpflanzen.
} S. Kulturpflanzen.

Kieselsäure ist das Produkt der chemischen Verbindung von Kiesel (silicium) mit Sauerstoff: woher auch der Name rührt.

Kohle wird von den Chemikern Kohlenstoff genannt. S. 13.

Kohlensäure ist ein gasförmiger Körper mit der Eigenschaft

Digitized by Google

einer Säure, und das Produkt der chemischen Verbindung von Kohlenstoff mit Sauerstoff: woher auch der Name rührt. S. 13 u. f.

Kohlenstoff. S. Kohle.

Körper, einfache oder elementare, und zusammengesetzte. S. das.

Krankheit einer Pflanze [im Sinne des Verfassers] ist derjenige Zustand einer Pflanze, in welchem das normale Verhältniß der einzelnen näheren organischen Bestandtheile gestört ist; alle übrigen Erscheinungen dagegen, welche man in gewöhnlichem Leben mit dem Namen „Krankheit" bezeichnet, dürfen nur als Folgezustände dieses soeben angedeuteten anomalen, also schon kranhaften Zustandes angesehen werden. S. 424 u. f. 433 u. f.

Kultur (der Pflanzen) beabsichtigt eine abnorme Entwickelung und Erzeugung gewisser Pflanzentheile oder Pflanzenstoffe, die zur Ernährung der Thiere und Menschen, oder für die Zwecke der Industrie verwendet werden, und hat das fortdauernde Bestreben, der von der Natur einer jeden Pflanze in eigenthümlicher Weise vorgeschriebenen Entwickelung bei gewissen Pflanzen (Kulturpflanzen) hindernd in den Weg zu treten, da sie fortdauernd sich bemüht, den abnormen Zustand der Kulturpflanzen zu erhalten. S. 197. Eintheilung der Kultur in rationelle und empirische. S. 437.

Kulturpflanzen, im engeren sowohl als weiteren Sinne des Wortes, sind diejenigen Pflanzen, welche eine Veränderung ihres natürlichen Standortes zu ertragen vermögen, ohne die nützlichen Eigenschaften, die man bei ihnen im freien und wilden Zustande kennen lernte, zu verlieren, ja welche dabei wohl gar noch eine Steigerung ihrer Nutzbarkeit zulässig machen. Alle kultivirten Pflanzen befinden sich in einem abnormen d. h. unnatürlichen, vielmehr künstlich hervorgebrachten Zustande, dessen Unterhaltung einer fortdauernden Beaufsichtigung bedarf. S. 196 u. f. Nach Maßgabe der in ihrer Asche vorwaltend vorhandenen Bestandtheile ordnet man die Kulturpflanzen in Kiesel-, Kalk- und Kalipflanzen. S. 192 u. f.

Lebensluft. S. Sauerstoff.

Luft. S. Atmosphäre.

Luftgütemesser. S. Eudiometer.

Metalle nennt der Chemiker diejenigen Elemente [s. daselbst], welche der Verbreitung von Wärme und Elektrizität in ihrer Masse und an ihrer Oberfläche wenig Hindernisse entgegenstellen, oder, wie der

Digitized by Google

Physiker sich ausdrückt, gute Leiter für Wärme und Elektrizität sind. S. 161 u. f. Man theilt dieselben je nach der Stärke ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoffe in edele und unedele. S. daselbst.

Mechanische Brache. S. daselbst.

Moder. S. Humus.

Nichtmetalle nennt der Chemiker diejenigen Elemente [s. daselbst], welche der Verbreitung von Wärme und Elektrizität in ihrer Masse und an ihrer Oberfläche Hindernisse entgegenstellen, oder, wie der Physiker sich ausdrückt, schlechte Leiter für Wärme und Elektrizität sind. S. 161.

Organische Substanzen im Boden sind solche, die früher Theile von lebenden Körpern ausmachten, sich aber im Boden in einem mehr oder weniger vorgeschrittenen Zustande der Zersetzung und Entmischung befinden. S. 115.

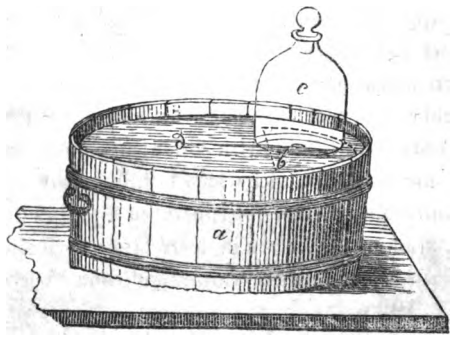
Oxyd. S. Oxydation.

Oxydation nennt man die chemische Verbindung irgend eines Körpers mit Sauerstoff: das Produkt derselben heißt Oxyd.

Oxygenium. S. Sauerstoff.

Papiere, blaue. S. daselbst.

Pneumatische Wanne, ein dem Chemiker unentbehrlicher Apparat zur Auffammlung gasförmiger Körper, mit denen irgendwie Ver-



suche angestellt werden sollen. S. 8. a ein mit Henkeln versehenes tragbares Faß; b die an der inneren Wandung des Fasses befestigte Brücke, die als Untergestell für die mit den gasförmigen Körpern zu füllende Glasglocke dient; c die Glasglocke, oben mit einem eingeriebenen Glasstöpsel verschlossen; d das im Fasse enthaltene Wasser, dessen Spiegel

Digitized by Google

die Brücke überspült, und somit den unteren Rand der Glocke dergestalt umgiebt, daß das in der Glocke etwa befindliche Gas vollkommen abgesperrt wird. Soll irgend ein gasförmiger Körper in der Glocke aufgesammelt werden, so füllt man zunächst die Glocke im Fasse mit Wasser, kehrt ihr Obertheil unter dem Wasserspiegel nach oben, und setzt die volle Glocke vorsichtig auf die Brücke. Mittels einer passenden Vorrichtung leitet man sodann das aufzusammelnde Gas unter der Brücke weg in die Glocke, und indem das darin befindliche Wasser nach und nach durch die aufsteigenden Gasblasen verdrängt wird, erhält man endlich die Glocke ganz mit Gas gefüllt und völlig leer von Wasser.

Rein theoretische Chemie. S. daselbst.

Rost. S. Eisenrost.

Ruhezustand des kultivirten Bodens. S. Brache.

Salz ist das Produkt der chemischen Verbindung irgend einer Säure mit einer Basis. Den salzigen Geschmack für das sichere Kennzeichen eines Salzes anzunehmen, wird deßhalb unzulässig, weil derselbe allen denjenigen Salzen, die im Wasser unlöslich sind, völlig abgeht. S. 67 u. f. Ueber humussauere Salze vgl. Humus.

Salzbasen. S. Basen.

Salziger Geschmack. S. Salz.

Sauerer Geschmack. S. Säuren.

Sauerstoff, oxygenium, so genannt, weil das Produkt seiner chemischen Verbindung mit vielen anderen Körpern ein saueres ist, gilt als gasförmiger einfacher Körper, ausgezeichnet durch sein Vermögen, das Brennen der Körper mit einer ganz ungewöhnlichen Lebhaftigkeit zu unterhalten. Nicht selten, und wohl am Richtigsten, führt er den Namen „Lebensluft," weil nur er im Stande ist, das Athmen der Menschen und Thiere, und somit deren Leben zu erhalten. S. 7 u. f.

Säuren nennt man Eine der beiden Reihen zusammengesetzter Körper aus dem Grunde, weil Diejenigen von ihnen, welche im Wasser löslich sind, einen saueren Geschmack zeigen. S. 16. Zur Prüfung derselben bedient man sich, wenn sie im Wasser löslich sind, gewisser blauer Papiere. S. daselbst.

Silikat, von silex d. i. Kiesel, oder silicia d. i. Kieselsäure, ist das Produkt der chemischen Verbindung von Kieselsäure mit irgend einer Basis, oder, mit anderen Worten, ein Salz, dessen Säure die Kieselsäure ist. S. 65 u. f.

Digitized by Google

Stickstoff, so genannt, weil ein in ihn eingebrachtes Thier aus Mangel an Sauerstoff ersticken muß, ist ein gasförmiger einfacher Körper, der sich im isolirten, also mit anderen Körpern unverbundenen Zustande durch keine besonders hervorstechenden Eigenschaften auszeichnet. S. 12.

Substanzen im Boden, organische und unorganische. S. daselbst.

Sumpfluft ist das gasförmige Zersetzungsprodukt faulender Pflanzen am Boden der Sümpfe, und besteht aus Kohlensäure und Kohlenwasserstoffgas. S. 105 u. f.

Synthetische Chemie. S. daselbst.

Unedele Metalle [s. daselbst] sind diejenigen Metalle, welche sich leicht mit Sauerstoff verbinden, und deren Sauerstoffverbindung nur schwer getrennt werden kann. S. 163 u. f.

Unorganische Substanzen im Boden sind solche, die durch das Zerfallen und Zersetzen der Gesteine entstehen. S. 115.

Verbrennung ist derjenige durch Hitze gewaltsam erzwungene Zersetzungsprozeß organischer Substanzen, bei welchem, unter Aufnahme von atmosphärischem Sauerstoffe und unter Feuererscheinung, eine Bildung von Wasser und Kohlensäure aus den Elementen des verbrennenden Körpers stattfindet. S. 97 u. f. Ueber Verbrennung vgl. auch Wasserstoff.

Verkohlung ist derjenige Prozeß, durch welchen, unter Anwendung von künstlich erzeugter Hitze und unter Ausschluß des atmosphärischen Sauerstoffes, die Zersetzung einer organischen Substanz vor sich geht. S. 103 u. f.

Verwesung ist derjenige freiwillige Zersetzungsprozeß organischer Substanzen, bei welchem, unter Aufnahme von atmosphärischem Sauerstoffe, eine Bildung von Wasser und Kohlensäure aus den Elementen des verwesenden Körpers stattfindet. S. 95 u. f.

Verwitterung ist der Komplex sämmtlicher Erscheinungen, welche unter Einwirkung der Kohlensäure, des Sauerstoffes und des Wassers auf das feste Gestein statthaben, und mit dessen Zerstörung sich endigen. S. 61 u. f.

Verwitterungsbrache. S. Brache.

Wanne, pneumatische. S. daselbst.

Wasser ist das Produkt der chemischen Verbindung von Sauer-

Digitized by Google

stoff und Wasserstoff im räumlichen Verhältnisse von 1 zu 2. Das Wasser als solches ohne Beimengung fremdartiger Stoffe nennt man chemisch rein. S. 49 u. f.

Wasserdampf. S. Wassergas.

Wassergas nennt man das luftförmige Wasser, welches sich durch seine Trockenheit und vollkommene Durchsichtigkeit von dem Wasserdampfe unterscheidet, indem Letzterer, als ein Gemenge von Wassergas und tropfbar flüssigem Wasser, diese Trockenheit und Durchsichtigkeit nicht besitzt. S. 21 u. f.

Wasserstoff, so genannt, weil er das Wasser bilden hilft, ist ein gasförmiger einfacher Körper, ausgezeichnet durch seine große Leichtigkeit sowohl als seine Neigung, sich mit Sauerstoff unter Feuererscheinung zu verbinden d. h. zu verbrennen. Wegen der letzteren Eigenschaft führt er auch den Namen der brennbaren Luft. S. 45 u. f.

Zusammengesetzte Körper. S. Säuren und Basen. Man unterscheidet zwei große Reihen solcher, theils luftförmigen, theils tropfbarflüssigen, theils festen Körper, welche in gewisser Beziehung nicht zusammengebracht werden können, ohne daß sich zwischen ihnen ein Kampf entspinnt, der mit der mehr oder weniger vollständigen Vernichtung der gegenseitigen Eigenschaften sich endigt; sie vereinigen sich dabei zu einem noch mehr zusammengesetzten Körper, an welchem man unter günstigen Umständen weder die Eigenschaften des einen, noch des anderen Körpers, die sie vor ihrer Verbindung zeigten, wahrzunehmen vermag. S. 15 u. f.

Druck der Teubner'schen Officin in Dresden.

Digitized by Google

Druckfehler.

S. 190 Z. 6 v. u. lies „Chlornatrium“ statt „Chlornatrum.“
S. 337 Z. 12 v. u. lies „Braunkohlenasche“ statt „Steinkohlenasche.“

Digitized by Google

Verlag von CARL B. LORCK in Leipzig.

ALEXANDER PETZHOLDT.

BEITRÄGE

ZUR GEOGNOSIE VON TYROL.

Skizzen auf einer Reise durch Sachsen, Bayern, Salzkammergut, Salzburg, Tyrol, Oesterreich.

Mit 54 in den Text eingedruckten Abbildungen.

Preis: 2⅔ Thlr.

Dies Werk enthält die Ergebnisse einer Reise, welche der Verfasser im Jahre 1842 auf Veranlassung und in Gesellschaft mit Sr. Excellenz dem Herrn Baron von Meyendorff unternahm. Es sind vornehmlich 2 Punkte, die der Verfasser den genauesten Prüfungen unterworfen hat und die er zu widerlegen versucht: nämlich von Buch's bekannte Theorie der Dolomitbildung und die in der neuesten Zeit so viel besprochene Gletschertheorie von Agassiz.

GEOLOGIE.

Ein Versuch, den Ursprung der Erde und ihre allmählige Umänderung aus der Nebelhypothese des La Place zu folgern.

Zweite, durchaus umgearbeitete und stark vermehrte Auflage.

Mit eingedruckten Holzschnitten.

Wir glauben uns der zuversichtlichen Hoffnung überlassen zu dürfen, dass die überaus günstige Aufnahme, welche die erste Auflage dieses Werkes gefunden hat, auch der zweiten, ganz umgearbeiteten und stark vermehrten Auflage nicht entgehen werde. Der wissenschaftlich durchaus selbstständige Herr Verfasser hat sich bemüht, die neuesten in die Geologie eingeführten Hypothesen kritisch zu verarbeiten, was bei der bekannten Klarheit der Darlegung des Hrn. Dr. Petzholdt dem Publikum um so willkommener sein wird, als es somit nicht gezwungen ist, dem Herrn Verfasser aufs Wort ohne Weiteres zu glauben, sondern sich in den Stand gesetzt sieht, über die Haltbarkeit der gegentheiligen Ansichten selbst ein Urtheil zu fällen.

Digitized by Google

Populäre Vorlesungen

über

Naturwissenschaft

gehalten im Jahre 1844—1845

in den

allgemeinen Versammlungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Dresden

und herausgegeben

von

Alexander Petzholdt.

2 Thle. gr. 8. Mit Lithographien und Holzschnitten.

Preis: 3 Thlr.

CARL HARTMANN.

GRUNDZÜGE DER GEOLOGIE

in allgemein fasslichem Vortrage.

Mit 107 in den Text eingedruckten Abbildungen.

Preis 2 Thlr.

Die Geologie erlangt auch in Deutschland eine immer allgemeinere Verbreitung, sie wird immer mehr die Lieblingswissenschaft eines jeden Gebildeten und bei allen Lehranstalten höherer Art ist sie ein Gegenstand des Unterrichts. Das vorliegende Werk hat den Zweck, die Lücke eines nicht zu weitläufigen, aber auch nicht unvollständigen Handbuchs auszufüllen; es sollen in demselben die Lehren der Geologie in ihrer neuesten und vervollkommneten Gestalt auf eine allgemein verständliche Weise vorgetragen werden. Lehrer und Zuhörer auf Universitäten und höhern Schulanstalten, sowie jeder Gelehrte, werden daher das Buch nicht ohne Nutzen und unbefriedigt aus der Hand legen.

Digitized by Google

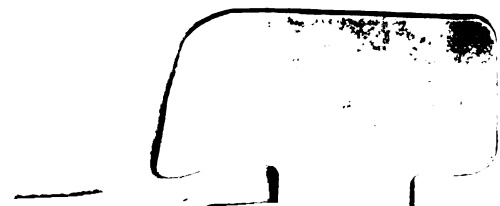
Digitized by Google

Druck der Teubner'schen Officin in Dresden.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Chem 558.46.3
Die agrikulturchemie in popular
Cabot Science
0
3 2044 091 931

Digitized by Google